



---

# **Schallanalyse von Freizeitmusik und deren eventuelle Auswirkungen auf das Hörorgan**

Prüferin: **Prof. Dr. med. Annette Limberger**

Zweitprüfer: **B. Sc. Bernhard Buschle**

Zugelassene Abschlussarbeit des Studiengangs Augenoptik und Hörakustik  
zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science

vorgelegt von

**Jennifer Lamparth und Thomas Fichte**

**Matrikelnummern: 30074 und 30060**

Tag der Einreichung:

10.02.2014

Studiengang Augenoptik und Hörakustik  
Fakultät Optik und Mechatronik  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Aalen

---

## Erklärung

Wir versichern hiermit, dass wir die vorgelegte Arbeit in allen Teilen selbstständig gefertigt und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt haben, ferner, dass wir sie nicht schon als Doktorarbeit, Diplomarbeit oder Bachelorthesis an einer anderen Hochschule eingereicht haben.

Ferner versichern wir, die gelieferten Diagramme, Tabellen, Abbildungen und den Fragebogen selbstständig angefertigt zu haben.

---

Ort, Datum

---

Unterschriften

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Erklärung .....</b>	<b>I</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>II</b>
<b>Abkürzungen .....</b>	<b>IV</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Motivation .....	6
1.2 Stand der Forschung .....	8
1.3 Ziele der Arbeit .....	11
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>12</b>
2.1 Musikgruppen .....	12
2.2 Fragebogenerhebung .....	13
2.3 Audiometrie .....	14
2.4 Kunstkopf .....	16
2.5 Dosimeter .....	17
<b>3 Statistik .....</b>	<b>20</b>
3.1 Fragebogen .....	20
3.2 Audiometrie .....	20
3.3 Kunstkopf .....	21
3.4 Dosimeter .....	21
<b>4 Ergebnisse .....</b>	<b>22</b>
4.1 Auswertung der Fragebögen .....	22
4.2 Auswertung der Audiogramme .....	31
4.3 Auswertung Kunstkopf .....	33
4.3.1 Dritteloktavgbänder .....	33
4.3.2 Wavelets .....	40
4.3.3 Impulse .....	47
4.4 Auswertung Dosimeter .....	48
4.4.1 $L_{eq}$ -Histogramme .....	49
4.4.2 Tages-Lärmexpositionspegel .....	53

---

4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	54
<b>5 Diskussion.....</b>	<b>55</b>
<b>6 Schlussfolgerung .....</b>	<b>57</b>
<b>7 Ausblick .....</b>	<b>58</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>59</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>60</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>64</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>65</b>
<b>1 Einverständniserklärung .....</b>	<b>66</b>
<b>2 Fragebogen .....</b>	<b>67</b>
<b>3 Informationen "Musikgehörschutz" .....</b>	<b>71</b>
<b>4 Daten CD .....</b>	<b>74</b>

## Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
ASER	Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie
FZ	Fanfarenzug
GM	Guggenmusik
KL	Knochenleitung
L	level (=Pegel)
LärmVibrationsArbSchV	Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung
$L_{eq}$	äquivalenter Dauerschallpegel
$L_{EX\ 8h}$	Tages-Lärmexpositionspegel
MV	Musikverein
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
OAE	otoakustische Emissionen
OISa	Oldenburger Satztest
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PSA	persönliche Schutzausrüstung
SPL	sound pressure level (=Schalldruckpegel)
TTS	temporary threshold shift (=vorübergehender Hörverlust durch Lärmeinwirkung)
UCL	uncomfortable level (=Unbehaglichkeitsschwelle)

---

## Abstract

**Titel:** Schallanalyse von Freizeitmusik und deren eventuelle Auswirkungen auf das Hörorgan  
**Ersteller:** Jennifer Lamparth und Thomas Fichte  
**Jahr:** 2014

Mit dieser Thesis galt es herauszufinden, welche Schalleigenschaften Freizeitmusik von (Musik-) Vereinen aufweist, ob diese das Potential besitzt, das Hörorgan zu schädigen und ob eventuelle Auswirkungen bei den Musiker/innen bereits erkennbar waren. Ein Vergleich mit der LärmVibrationsArbSchV war ebenfalls ein Ziel.

Der Schall wurde mit Hilfe eines Kunstkopfmesssystems und eines Dosimeters aufgezeichnet und ausgewertet. Die Auswertung fand durch Dritteloktavbänder, Wavelets, Leq-Histogramme, Impulse und die Werte Peak, Minimum, Maximum,  $L_{eq}$  und  $L_{EX\ 8h}$  statt. Analysiert wurden 3 Musikvereine, 2 Fanfarenzüge und 1 Guggenmusik-Verein.

Ein Fragebogen u.a. zu den Themen anderweitige Lärmbelastung(en), Bewertung der Musik ihrer Gruppe, körperliche Auswirkungen und Gehörschutz wurde von 104 Musiker/innen beantwortet. Von einem Hörtestscreening wurden 24 Audiometrien ausgewertet, die mit der DIN EN ISO 7029 altersbereinigt wurden. Mit diesen wurde ein Durchschnittsaudiogramm mit dem Mittelwert und der Standardabweichung gebildet.

Die Lautstärke der Musikgruppe wurde von ca. 90 % der Musiker/innen als laut bzw. sehr laut und von einer Person sogar als unangenehm empfunden und 19 % hatten schon ein- bzw. mehrmals Ohrgeräusche nach Proben und/oder Auftritten.

Im Gegenzug hierzu trug jedoch fast keiner der Proband/innen Gehörschutz beim Musizieren, obwohl sich 43 % Sorgen um ihr Gehör machten.

Das Durchschnittsaudiogramm zeigte hierbei jedoch keine Auffälligkeiten, genau so, wie die Impulse. Impulshaltigkeit spielte in diesem Zusammenhang keine Rolle.

Die Peaks reichten von 117 bis 136 dB, die Maxima von 107 bis 115 dB und die Minima von 42 bis 64 dB. Der  $L_{eq}$  erreichte Werte zwischen 90 und 106 dB und der  $L_{EX8h}$  Werte zwischen 87 und 94 dB.

Damit überschritt der  $L_{EX\ 8h}$  in allen 6 Vereinen den unteren Auslösewert von 80 dB(A), in 5 der 6 Vereine sogar den oberen Auslösewert von 85 dB(A) der LärmVibrationsArbSchV. Gehörschutz sollte hier also auf jeden Fall getragen werden.

Potential im Aufklärungsbedarf besteht hier für die Hörakustiker, da den wenigsten Musikerinnen und Musikern bekannt war, dass es speziellen und individuellen Gehörschutz für Musik gibt.

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Wir leben in einer immer lauter werdenden Welt. Die berufsbedingte Lärmschwerhörigkeit ist dabei eine der häufigsten Berufskrankheiten in der Bundesrepublik Deutschland (Jansing 2006).

In der Regel entwickelt sich eine Lärmschwerhörigkeit schleichend. Die Gefahr einer solchen steigt mit dem Pegel und der Einwirkdauer der Schallereignisse (Marks 1999).

Sehr kurze und sehr laute Schallereignisse, so genannte Impulsschalle, werden durch ihre kurze Dauer subjektiv als leiser wahrgenommen, zeichnen sich jedoch objektiv durch hohe Schalldrücke mit steilem Flankenanstieg aus (Sindermann 2009). Impulsschalle werden definiert als Pegelanstieg von mehr als 80 dB pro sec. und einer Dauer von 1 bis 200 ms (Babisch 2000).

Bei Knallen von mehr als 120 dB ist mit mechanischen Schäden am Corti-Organ zu rechnen (Plath 1994). Nach bereits 10 sec. kann es hier zu irreversiblen Innenohrschäden kommen (Babisch et al. 1996).

Doch ab welchem Pegel und welcher Dauer kann "normaler" Lärm wie z.B. Freizeitlärm eigentlich zu einer Schwerhörigkeit führen?

Diese Frage kann so leicht nicht beantwortet werden, denn jedes Lärmereignis hat seine Eigenarten. Und auch die Konstitution jedes Menschen ist unterschiedlich (Marks 1999). Als besonders wichtig werden Lärmpausen angesehen, in denen sich das Ohr und das Gehör wieder erholen können. Es wird empfohlen, dass auf eine Belastungsphase mindestens die doppelte Zeit an Ruhe folgen sollte (Marks 1999).

Jedoch rechnet man bei langjähriger Lärmbelastung ab 85 dB(A) Dauerschallpegel bei sechs Tagen pro Woche und einem 8-Stunden-Tag mit Gehörschäden (Plath 1994). Laut Arbeitsschutz müssen vom Arbeitgeber deshalb persönliche Schutzausrüstungen (PSA, in diesem Fall Gehörschutz) zur Verfügung gestellt werden (Babisch 2000).

Doch sind Werte unterhalb dieses Pegels wirklich gänzlich unschädlich – gar harmlos? Und was ist, wenn das Ohr sich in der Freizeit nicht erholen kann, weil das Gehör auch in der Freizeit lärmbelastet ist?

Diese Fragen führten zu der Überlegung, ob bestimmte regelmäßig ausgeübte Freizeitbeschäftigungen nicht auch schädlich für das Gehör sein können, weil dabei hohe Pegel erreicht werden (wie z.B. das Musizieren in Musikvereinen).

Es kam die Frage auf, ob bei Freizeitmusikvereinen der Dauerschallpegel so hoch ist, dass auch hier ein Gehörschutz angebracht wäre – ähnlich einem Lärmarbeitsplatz.

In dieser Arbeit wurde der Fokus auf die Untersuchung verschiedener Freizeitmusik-Gruppen gelegt. Dies waren neben Musikvereinen auch Fanfarenzüge und ein Guggenmusik-Verein, bei dem davon ausgegangen wurde, dass dessen Musik sehr impulshaltig ist.

Die Impulshaltigkeit spielte hier deswegen eine Rolle, da bei hohen Schallpegelspitzenwerten, wie oben erwähnt, auch schon kurze Einwirkzeiten reichen, um das Gehör dauerhaft zu schädigen (Plath 1994).

Mit industriellen Impulsgeräuschen lässt sich zum Beispiel in der Musik das Schlagzeug vergleichen (Babisch 2000), das in dieser Studie zusätzlich einzeln gemessen und analysiert wurde.

Die Lärmbelastung bei Berufsmusikern und das Risiko eines Gehörschadens ist schon in verschiedenen Studien untersucht worden (s. Stand der Forschung). Doch auf Hobbymusiker und Hobbymusikvereine wurde in dem Umfang noch nicht eingegangen.

Als ein Zeichen der Überlastung des Hörorgans wird das kurzfristige Auftreten von Ohrgeräuschen nach lauten Schallereignissen angesehen (Sindermann 2009). Diese stellen einen weiteren Indikator für die Schädlichkeit lauten Schalls dar. Deshalb wurden die Musiker in der Studie zusätzlich in einem Fragebogen zu solchen Themen befragt, da z.B. Ohrgeräusche nicht durch objektive Schallmessungen aufzuspüren sind.



## 1.2 Stand der Forschung

In der Vergangenheit wurde schon untersucht, welche Auswirkungen laute Musik auf das Hörvermögen haben kann.

Nach gebräuchlicher Meinung wurde klassische Orchestermusik als nicht so laut angesehen wie z.B. elektronisch verstärkte Rock/Pop–Musik (Emmerich et al. 2008).

Es wurde jedoch gezeigt, dass die Lautstärke, die in einem klassischen Orchester produziert wird, das Potential hat, einen Hörverlust zu verursachen (McBride et al. 1992, zit. nach Emmerich et al. 2008).

Laute Musik kann also auch beim Musizieren in (klassischen) Orchestern einen Hörschaden als Folge haben, wenn keine präventiven Maßnahmen getroffen werden. Audiologen seien deswegen in der Pflicht, Musiker über diese Gefahren aufzuklären (McIlvaine et al. 2012).

Es wurde über Belastungen durch Pegel von 95 dB(A) und mehr unter den Blechbläsern, vor allem den Trompetern berichtet (Obeling und Poulsen 1999). Paukisten und Schlagzeuger erreichten Peaks, bei denen 115 dB(C) überschritten wurden. Häufig wurde dies auch bei Blechbläsern gefunden (Schmidt et al. 2011). Außerdem waren die Musiker eines klassischen Orchesters einer stärkeren Belastung ausgesetzt als der empfohlene Dauerschallpegel  $L_{eq\ 8h}$  von 85 dB während eines Arbeitstages. Sogar dann noch, wenn die kürzeren Arbeitsperioden und die Lärmpausen mit einbezogen wurden (Schmidt et al. 2011).

Auf der anderen Seite haben Studien, die den Effekt von hohen Lärmpegeln bei Musikern untersucht haben, im Schnitt bislang keinen deutlichen Hörverlust in der Gruppe von Berufsmusikern der klassischen Musik herausgefunden. Sie hörten im Durchschnitt besser als oder gleich wie nicht beruflich lärmexponierte Menschen (Obeling und Poulsen 1999; Royster et al. 1991; Babisch 2000).

Allerdings wurde in früherer Studie schon von Zeichen einer lärminduzierten Schwerhörigkeit berichtet, insbesondere bei Blechbläsern und Schlagzeugern (Axelsson und Lindgren 1981, zit. nach Schmidt et al. 2011). Und auch in der Studie von Royster et al. (1991) wurde zwar davon berichtet, dass sich im Mittel keine Hörminderung feststellen ließ, jedoch bei 53 % der Individuen eine Einkerbung im Audiogramm zu erkennen war, die einer Lärmschwerhörigkeit ähnelte (Royster et al. 1991).

Einige Forschungen bezogen sich auf Audiometrie-Ergebnisse und andere auf Schallpegel-Messungen (Obeling und Poulsen 1999). Es sollte aber auch überdacht werden, ob das Audiogramm das richtige Werkzeug ist, um frühe Hörminderungen aufzudecken (Royster et al. 1991). Anzeichen einer Hörminderung werden erst dann audiometrisch sichtbar, wenn schon etwa die Hälfte der Haarsinneszellen eines Frequenzbereichs zerstört ist (Plath 1994).

In der Studie von McIlvaine et al. (2012) wurde mit 6 Dosimetern, die jeweils an der Schulternahat der einzelnen Musiker befestigt wurden, der Schallpegel gemessen, der bei den einzelnen Musikern auftrat.

In der Studie wurden zwei verschiedene Kriterien angewendet:

1. das OSHA-Kriterium, nach dem ein zeitgewichteter Durchschnitt von 90 dB(A) über 8 Stunden einer 100 %-Tagesdosis entsprach und eine Erhöhung um 5 dB zu einer Verdopplung der Tagesdosis führte
2. das NIOSH-Kriterium, nach dem schon 85 dB(A) zeitgewichteter Durchschnitt einer 100%-Tagesdosis entsprach und ein Anstieg um nur 3 dB bereits zu einer Verdopplung der Tagesdosis führte

Je nach Gewichtung mit OSHA oder NIOSH fanden sich folgende Ergebnisse bei einer zweistündigen Probe:

Nach OSHA ergab sich ein zeitgewichteter Durchschnitt von 84,3 dB(A) bis 90,4 dB(A) und nach NIOSH von 90 dB(A) bis 96,4 dB(A). Im Vergleich hierzu wurden gemessene Werte einer Diskothek angegeben. Nach dem OSHA-Kriterium ergaben sich dort Werte von 91 dB(A) bis 99,7 dB(A) und nach NIOSH Werte von 94 dB(A) bis 102,8 dB(A) (McIlvaine et al. 2012).

Es zeigte sich auch, dass bei den Trompetern die höchsten Pegel gefunden wurden. Ein äquivalenter Dauerschallpegel ( $L_{eq}$ ) von 93 dB bis 98 dB über mehrere Probenstunden waren hier nicht ungewöhnlich (Obeling und Poulsen 1999). Außerdem wurde gezeigt, dass Musiker der klassischen Musik Pegeln mit bis zu 92 dB(A) ( $L_{eq\ 8h}$ ) ausgesetzt waren, was das 8h-Limit von 85 dB(A) überschritt und damit ein klares Risiko eines lärminduzierten Gehörschadens darstellte. Der Schall vom eigenen Instrument war jeweils am lautesten für die einzelnen Musiker. Die höchsten Expositionen wurden unter den Blechbläsern gefunden und dabei auf dem rechten Ohr der Spieler von hohen Streichinstrumenten. Je nach Instrument kam es zu einer unterschiedlich starken Belastung des rechten bzw. linken Ohres (Schmidt et al. 2011).

Es wurde auch ein Durchschnitt über die Maxima pro Minute gebildet. Hier war zu sehen, dass unter den Holzblasinstrumenten seltener Peaks vorkamen als auf dem linken Ohr der zweiten Violine und Viola, obwohl die Holzbläser näher am Blechbläser-satz saßen (Schmidt et al. 2011).

Unabhängig von Messwerten wurde aber auch davon ausgegangen, dass die persönliche Einstellung zu einer Lärm-Situation das Ausmaß einer Gehörgefährdung beeinflussen kann (Babisch et al. 1996), was in der hier vorliegenden Studie über Freizeitmusik einen interessanten Aspekt darstellte und durch den Fragebogen abgedeckt wurde.

### 1.3 Ziele der Arbeit

Ziel der Arbeit war es, herauszufinden, welche Schalleigenschaften Freizeitmusik von Musikvereinen, Fanfarenzügen und Guggenmusik-Vereinen aufweist. Es sollte auch überprüft werden, ob diese das Potential haben, das Hörorgan zu schädigen und ob eventuelle Auswirkungen bereits erkennbar waren.

Der Schall von Freizeitmusik wurde nach unterschiedlichen Kriterien objektiv ausgewertet, dargestellt und analysiert. Des Weiteren sollte mit Hilfe des Fragebogens eine subjektive Bewertung durch die Musiker u.a. zu den Themen anderweitige Lärmbelastung(en), Bewertung der Musik ihrer Gruppe, körperliche Auswirkungen und Gehörschutz stattfinden.

Ein weiteres Ziel war es, herauszufinden, ob Freizeitmusiker laut Arbeitsschutzrichtlinien einen Gehörschutz benutzen sollten. Untersucht wurden in diesem Zusammenhang der  $L_{eq}$ , die Peaks und der  $L_{EX\ 8h}$ .

Ein Hörtest sollte zeigen, ob die Musiker eine bleibende Minderung der Hörfähigkeit bzw. eine Lärmschwerhörigkeit aufwiesen.

Die Musiker sollten dafür sensibilisiert werden, dass auch bei einem "harmlosen" Hobby ernst zu nehmende Folgen auftreten können. Das Problem der Hörgefährdung durch Freizeitlärm und Auswirkungen einer Hörminderung sind für die meisten Menschen kaum vorstellbar (Plath 1994).

Um die Musiker/innen über Gehörschutz aufzuklären wurde eine FAQ-Liste mit den wichtigsten Fragen zu individuellem Musikgehörschutz erstellt.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Musikgruppen

Für diese Bachelorarbeit wurden insgesamt 6 Musikgruppen herangezogen:

- 3 Musikvereine (MV)
- 2 Fanfarenzüge (FZ)
- 1 Guggenmusik-Verein (GM)

Die jeweiligen Musikgruppen hatten einer Teilnahme an der Probe und dem Aufbau der Messgeräte für diese Studie zugestimmt. Bei vier Vereinen war es zusätzlich möglich, an einem weiteren gesonderten Termin die Räumlichkeiten für die Hörtests zu nutzen.

Die Messungen und Fragebogenerhebungen wurden in den Orten Haueneberstein, Hörden, Loffenau und Reichental durchgeführt.

**Tabelle 1: Geschlechterverteilung der einzelnen Vereine**

	weiblich	männlich	Summe
<b>MV 1</b>	11	14	25
<b>MV 2</b>	5	16	21
<b>MV 3</b>	3	11	14
<b>FZ 1</b>	0	11	11
<b>FZ 2</b>	8	7	15
<b>GM</b>	8	10	18

## 2.2 Fragebogenerhebung

Es wurden 104 Musiker/innen aus 6 Vereinen befragt, davon waren 35 weiblich und 69 männlich.

Von den Musikvereinen haben insgesamt 19 weibliche und 41 männliche Personen den Fragebogen ausgefüllt. Von den beiden Fanfarenzügen waren es insgesamt 8 Frauen und 18 Männer und von dem Guggenmusik-Verein 8 Musikerinnen und 10 Musiker.

Die Musiker/innen waren zwischen 12 und 65 Jahren alt.

Der Fragebogen wurde jeweils nach der Probe an die einzelnen Musiker/innen verteilt und es wurden Hinweise zum Ausfüllen gegeben.

Der Fragebogen bestand aus 29 Fragen (s. Anhang). Durch den Fragebogen sollte zusammen mit den Ergebnissen der Hörtests ein Zusammenhang zwischen langjährigem Musizieren und eventuellen Gehörschädigungen überprüft werden.

Zusätzlich sollten durch den Fragebogen neben der Alters- und Geschlechterverteilung, Anzahl der Musikjahre und Dauer der "Musikbelastung" pro Woche auch Themen wie die Empfindung der allgemeinen Lautstärke, Empfindung einzelner Instrumente und eventuell merkbare Überlastungen des Ohres durch die Musikgruppe herausgearbeitet werden.

In diesem Zusammenhang sollte auch aufgezeigt werden, wie viele Personen in der Musikgruppe individuellen Gehörschutz kennen bzw. tragen und warum sie ihn gegebenenfalls nicht kennen bzw. tragen.

Ebenso sollte ein Bezug zu den Arbeitsschutzrichtlinien hergestellt werden:

Wäre dies ein Arbeitsplatz, müsste hier laut LärmVibrationsArbSchV Gehörschutz getragen werden?

In dieser Arbeit sollte auf Grundlage der Fragebögen die Prävention durch Gehörschutz vor eventuellen Gehörschäden thematisiert werden. Die Frage, ob sich die Musiker Sorgen um ihr eigenes Gehör machten, sollte dazu dienen, die Musiker diesem Thema gegenüber zu sensibilisieren und Gedanken darüber anzuregen.

Im Fragebogen wurde durch weitere Fragen auch auf eine zusätzliche Lärmbelastung in Beruf und Freizeit eingegangen.

## 2.3 Audiometrie

Es wurden insgesamt 34 Personen aus den verschiedenen Musikgruppen gemessen, die mindestens 15 Jahre (ohne Unterbrechung) Musik gemacht haben sollten.

Weitere Ausschlusskriterien für die Audiometrie sind im Folgenden aufgezählt:

- Musiker/innen mit einem Lärmarbeitsplatz ohne die regelmäßige Verwendung von Gehörschutz
- Weber-Rinne-Test auffällig
- Knalltrauma
- Cerumenpfropf
- akute Erkältung
- angeborene Schwerhörigkeit

Diese Ausschlusskriterien sollten gewährleisten, dass eine eventuell im Audiogramm erkennbare (Lärm)-Schwerhörigkeit auf die Musik bezogen und andere Ursachen weit möglichst ausgeschlossen werden konnten.

Leider mussten aufgrund dieser Kriterien einige Probanden ausgeschlossen werden, wodurch nur 24 Probanden für diese Studie verwendet werden konnten. Hiervon waren 9 Personen weiblich und 15 Personen männlich.

Die Audiometrien wurden mit zwei Audiometern der Marke Senti (GV-PA-2009-1000-5; GV-PA-2009-1000-1, Path Medical GmbH, Germering, Vertrieb durch Mack Medizintechnik GmbH, Pfaffenhofen/Ilm) über Kopfhörer HDA 280 (Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark) durchgeführt. Es konnte aufgrund dieser Geräte jeweils nur die Luftleitung gemessen werden.

Davor wurden jeweils eine Otoskopie und die Stimmgabeltests nach Weber und Rinne mit einer 440 Hz-Stimmgabel durchgeführt.

Über Luftleitung wurden folgende Frequenzen gemessen:

125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz.

Die Audiometrie fand in jedem Fall an einem gesonderten Termin jeweils vor der Musikprobe und einer geforderten Lärmpause von mindestens 2 Stunden zu eventuellen Lärmbelastungen (Hobby oder Beruf) statt, um auszuschließen, dass nicht fälschlicherweise der TTS (temporary threshold shift) gemessen wurde.

Die Audiometrie wurde jeweils in separaten Räumen durchgeführt, in denen der Geräuschpegel durch Nebengeräusche ~ 40 dB nicht überschreiten sollte.

Nebengeräusche wurden, soweit dies möglich war, vermieden und bei zwischendurch plötzlich auftretenden Geräuschen (Kirchenglocke, Trittgeräusche im Gang, Kühlschranksurren, usw.) wurde die Messung kurzzeitig unterbrochen.

Das Audiogramm wurde anschließend mit Hilfe der 50. Perzentile der DIN EN ISO 7029 (für Männer und Frauen getrennt) altersbereinigt, um auch hier einer Verfälschung der Ergebnisse durch eine Altersschwerhörigkeit vorzubeugen.

Bei der Auswertung wurde auf eine Senke von 20 dB oder mehr bei 4 kHz (C5-Senke) geachtet, um auf eine lärmbedingte Schädigung durch die Musik schließen zu können. Auch auf eventuelle Absenkungen der Nachbarfrequenzen 3 kHz und 6 kHz wurde geachtet, da die genaue Frequenz variieren kann. Laut Definition liegt eine lärmbedingte Schwerhörigkeit allerdings erst bei einer Überschreitung des Wertes 40 dB bei 3 kHz vor (Babisch 2000).



## 2.4 Kunstkopf

Es wurde das Kunstkopfmesssystem HMS IV NiMH 12 V 3700 mAh (HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath) (LiV 3V 50mAh; T/N: A03; 9-34 V/ 28 W) verwendet.

Das Messsystem wurde direkt an ein Notebook angeschlossen und darüber gesteuert. Die Messergebnisse konnten so direkt gespeichert und weiter verarbeitet werden.

Der Kunstkopf wurde jeweils mit Hilfe eines Stativs auf eine Höhe von 1,70 m eingestellt. Diese Höhe kam durch die Mittelung und Rundung der heute durchschnittlichen Körpergröße eines Erwachsenen zustande. Frauen sind im Schnitt 165 cm groß und Männer 178 cm (Wikipedia).

Die Position des Kunstkopfes entsprach der eines Dirigenten, das heißt vor der Musikgruppe. Die Musikgruppe sollte sich halbkreisförmig um den Kunstkopf positionieren.

Die Aufzeichnungen fanden nur während der aktiven Probe statt. Mit Beginn der Probe startete die Aufnahme und endete auch mit dieser. Während eventueller Probepausen von mehreren Minuten (mehr als ca. 10 Min.) pausierte auch die Aufnahme. Kürzere Unterbrechungen während der Probezeit durch Abbruch und Erläuterungen des Dirigenten wurden jedoch mit in die Messung des Dauerschallpegels einbezogen.

Zur Auswertung wurde die Software ArtemiS Classic V12.01.400 (HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath) verwendet.

Ausgewertet wurden die Dritteloktavgbänder, die Wavelets und die Impulse. Hierbei sollten die Impulse händisch in den Pegel-Zeit-Diagrammen gezählt werden.

Die Wavelet-Analyse entspricht am ehesten dem menschlichen Gehör, da bei niedrigen Frequenzen die Frequenzauflösung hoch, die Zeitauflösung jedoch gering ist. Bei hohen Frequenzen ist dies genau umgekehrt. Die Wavelet-Berechnung berücksichtigt dies (HEAD acoustics, 2011).

Als Impuls wurde jeder Anstieg mit sehr steiler Flanke von mehr als 20 dB über den  $L_{eq}$ -Wert und einer Dauer von 200 ms oder weniger angesehen.

## 2.5 Dosimeter

Es wurde das 2-Kanal-Lärmdosimeter SV 102, Typ 2 verwendet (Svantek Deutschland GmbH, Mönchengladbach), entsprechend der Norm IEC 61672:2002.

Die Mikrofone des Dosimeters wurden über die Ohren des Kunstkopfes gehängt. Die Mikrofone zeigten dabei nach vorne um die Richtcharakteristik eines Menschen möglichst gut abzubilden. Die Mikrofone zeigten somit in Richtung der Musiker.

Die Aufnahme lief nur während der aktiven Probe (s. Kunstkopf).

In dem Dosimeter wurden folgende Messeinstellungen aktiviert:

### **Profil 1**

Filter: A

Detektor: Fast

Bezugspegel: 80 dB

Schwellenwertpegel: None

Equivalent Rate: 3

ULT Schwellenpegel: 140 dB

### **Profil 2**

Filter: C

Detektor: Impulse

Bezugspegel: 90 dB

Schwellenwertpegel: None

Equivalent Rate: 3

PCTC Schwellenpegel: 80 dB

### **Profil 3**

Filter: A

Detektor: Slow

Bezugspegel: 65 dB

Schwellenwertpegel: None

Equivalent Rate: 3

Folgende Werte wurden mit der Software SvanPC++ V1.6.8 (Svantek GmbH, Mönchengladbach) ermittelt:

Peak, Maximum, Minimum,  $L_{eq}$  und das  $L_{eq}$ -Histogramm.

Auf Basis dieser Werte konnte der Bezug zur LärmVibrationsArbSchutzV hergestellt werden. Da in der Lärmgesetzgebung und –rechtsprechung fast ausschließlich der A-bewertete Schallpegel verwendet wurde (Marks 1999), wurde bei der Auswertung der Schallanalyse hauptsächlich auf diesen geachtet.

§ 6 dieser Verordnung gibt für den  $L_{EX\ 8h}$  folgende Auslösewerte vor:

- oberer Auslösewert von 85 dB(A)
- unterer Auslösewert von 80 dB(A)

§ 7 Abs. 2 gibt Maßnahmen vor, die ein Arbeitgeber veranlassen sollte bzw. muss, um den Lärm, der die Auslösewerte übersteigt.

In diesem Zusammenhang wären für eine Lärmreduktion einer Musikgruppe folgende Maßnahmen sinnvoll:

- die lärmmindernde Gestaltung und Einrichtung der Arbeitsstätten und Arbeitsplätze (Satz 3)
- technische Maßnahmen zur Luftschallminderung, beispielsweise durch Abschirmungen oder Kapselungen und zur Körperschallminderung, beispielsweise durch Körperschalldämpfung oder -dämmung oder durch Körperschallisolierung (Satz 4)

Beim Überschreiten des oberen Auslösewertes muss der Arbeitgeber technische und organisatorische Maßnahmen zur Lärmreduktion veranlassen (§7 Abs. 5).

§ 8 behandelt das Thema Gehörschutz. Abs. 1 besagt, dass bei Überschreiten des unteren Auslösewertes Gehörschutz vom Arbeitgeber zur Verfügung zu stellen ist. Abs. 3 besagt, dass bei Überschreiten des oberen Auslösewertes Gehörschutz Pflicht ist und der Arbeitgeber Sorge zu tragen hat, dass dieser von den Arbeitnehmern auch getragen wird.

§ 11 Abs. 1 bzw. Abs. 2 beschreibt die Unterweisung der Beschäftigten. Bei Tages-Lärmexpositionenpegeln, die den unteren bzw. oberen Auslösewert übersteigen muss eine Unterweisung der Arbeitnehmer sichergestellt sein.

Abs. 3 besagt, dass bei Überschreiten des unteren Wertes zur frühzeitigen Erkennung von Gesundheitsstörungen zusätzlich eine arbeitsmedizinische Beratung, falls erforderlich durch einen Arzt zu erfolgen hat.

## 3 Statistik

### 3.1 Fragebogen

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte deskriptiv. Die Ergebnisse wurden aufbereitet und grafisch dargestellt.

### 3.2 Audiometrie

Es wurden die nach DIN EN ISO 7029 altersbereinigten Audiogramme verwendet.

Folgende Tabelle zeigt die Korrekturwerte für Frauen und Männer je nach Lebensdekade. Diese Werte wurden dementsprechend von den jeweiligen Audiometriewerten abgezogen.

**Tabelle 2: Korrekturwerte der DIN EN ISO 7029**

Frauen	Frequenz (Hz)	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
	Korrekturwerte 20 Jahre	0	0	0	0	0	0	0	0
	Korrekturwerte 30 Jahre	0	0	1	1	1	1	1	2
	Korrekturwerte 40 Jahre	2	2	2	2	3	4	4	6
	Korrekturwerte 50 Jahre	3	3	4	4	6	8	9	12
	Korrekturwerte 60 Jahre	5	5	6	7	11	13	16	21
	Korrekturwerte 70 Jahre	8	8	9	11	16	20	24	32

Männer	Frequenz (Hz)	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
	Korrekturwerte 20 Jahre	0	0	0	0	0	0	0	0
	Korrekturwerte 30 Jahre	0	0	1	1	1	2	2	3
	Korrekturwerte 40 Jahre	2	2	2	2	3	6	8	9
	Korrekturwerte 50 Jahre	3	3	4	4	7	12	16	18
	Korrekturwerte 60 Jahre	5	5	6	7	12	20	28	32
	Korrekturwerte 70 Jahre	8	8	9	11	19	31	43	49

Von den bereinigten Werten wurde der Mittelwert der einzelnen Frequenzen gebildet und damit ein Durchschnittsaudiogramm mit Standardabweichung erstellt.

Zusätzlich wurde eine Boxplot-Darstellung mit dem Median, dem 1. und 3. Quartil und dem Minimum und Maximum erstellt.

Aufgrund der geringen Anzahl an Probanden wurde auf Signifikanztests verzichtet.

### 3.3 Kunstkopf

Mit der Software wurden folgende Diagramme erstellt und anschließend beschrieben:

- Dritteloktavbänder
- Wavelets

Die Impulse wurden mit dem Pegel-Zeit-Diagramm untersucht. Diese Diagramme sind hier aufgrund der Unübersichtlichkeit nicht abgebildet. Hier musste immer wieder der Zoom erhöht werden, um zu überprüfen, ob es sich bei einer Spitze wirklich um einen Impuls handelte.

### 3.4 Dosimeter

Mithilfe der Software des Dosimeters wurden folgende Parameter ermittelt:

- Peak
- Maximum
- Minimum
- $L_{eq}$

Wichtig hierbei war es, dass jeweils der Wert des Peaks C-bewertet und der des  $L_{eq}$  A-bewertet wurde.

Auf Grundlage des  $L_{eq}$  und der Probedauer wurde mit einem Online-Lärmrechner (Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER)) der Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX\ 8h}$  berechnet und dieser jeweils mit den Auslösewerten der LärmVibrationsArbSchV verglichen (Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland 06.03.2007).

## 4 Ergebnisse

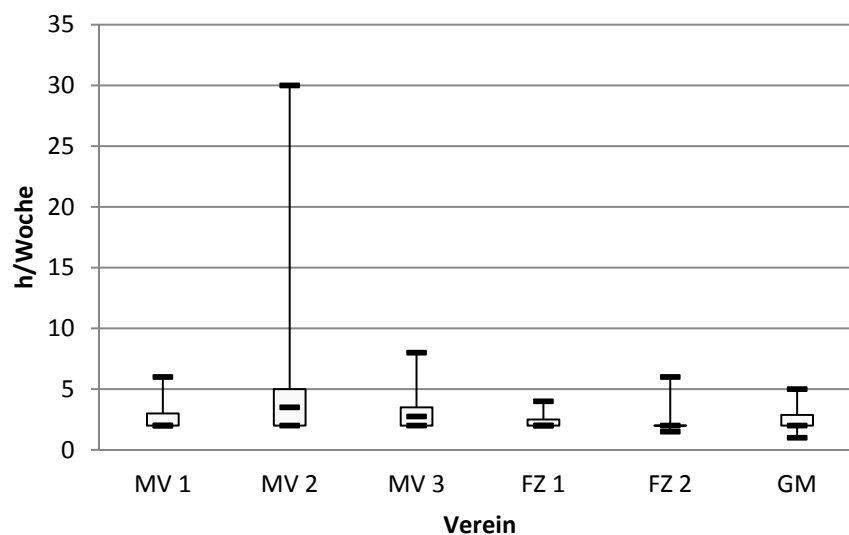
### 4.1 Auswertung der Fragebögen

Im Schnitt machten die befragten Musiker/innen schon seit ca. 23 Jahren Musik (Frage 5) und probten im Durchschnitt etwa 2,8 h pro Woche mit all ihren Musikgruppen, falls sie in mehreren Gruppen spielten (Frage 7).

Bei der Berechnung der durchschnittlichen Probedauer wurde im Musikverein 2 der Ausreißer von 30 h pro Woche nicht berücksichtigt. Hier ist bekannt, dass es sich um einen Musikstudenten handelt.

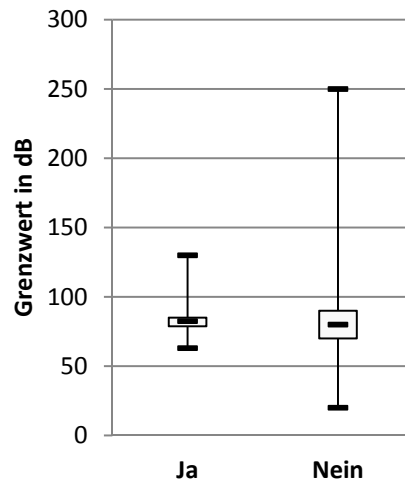
In Abb. 1 unten ist dieser Ausreißer jedoch im Boxplot mit aufgeführt.

(MV = Musikverein, FZ = Fanfarenzug, GM = Guggenmusik-Verein)



**Abbildung 1: Wie viele Stunden proben Sie durchschnittlich pro Woche insgesamt (mit all Ihren Vereinen)?**

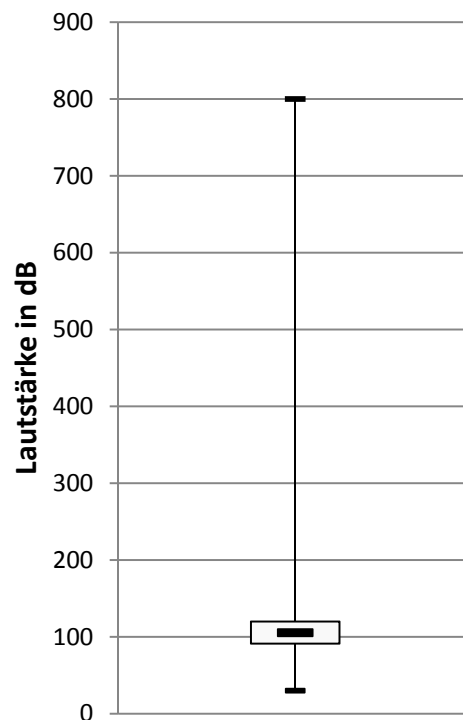
In dem Fragebogen sollten sich die Musiker/innen auch Gedanken zum Thema Lärm am Arbeitsplatz machen (Frage 14). Hier gaben 12 % der 104 Befragten an, den Grenzwert für Lärm am Arbeitsplatz zu kennen, wobei auch hier die Werte starken Schwankungen unterlagen. Der Grund dafür war, dass sich viele Musiker/innen mit der Angabe dB nicht auskannten. (s. Abb. 2)



**Abbildung 2: Kennen Sie den Grenzwert für Lärm am Arbeitsplatz?**

Zusätzlich wurde nach dem geschätzten Maximalpegel der Musikgruppe gefragt (Frage 19) (s. Abb. 3). Durchschnittlich wurde der Maximalpegel der eigenen Gruppe um den Faktor 1,64 lauter angegeben als der geschätzte Grenzwert für Lärm am Arbeitsplatz. Daraus ist zu deuten, dass im Durchschnitt die Musiker/innen davon ausgingen, dass sie Gehörschutz tragen müssten, wäre es ein Arbeitsplatz.

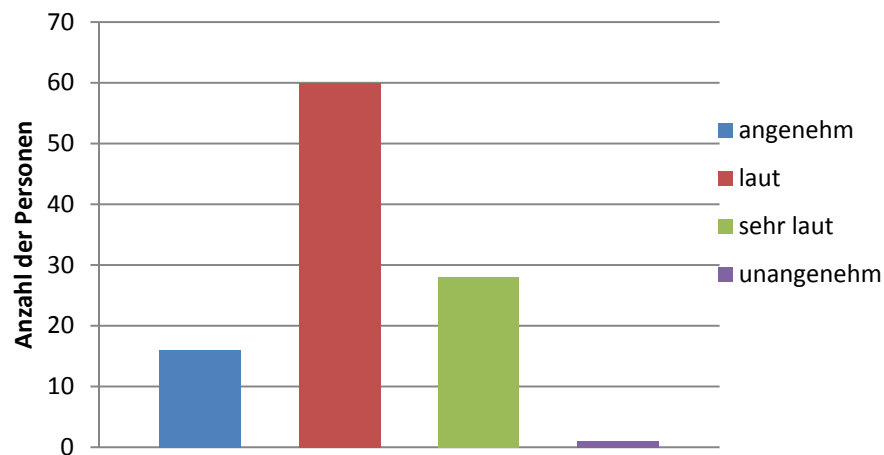
Die geschätzte maximale Lautstärke der Musikgruppe (Frage 19) zeigt Abb. 3:



**Abbildung 3: Was glauben Sie, wie laut die Gruppe maximal spielt?**



In Frage 15 sollten die Musiker/innen angeben, wie sie die durchschnittliche Lautstärke ihrer Musikgruppe empfinden. Abb. 4 gibt die Antworten grafisch wieder:

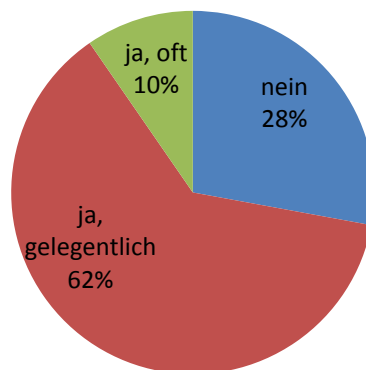


**Abbildung 4: Wie empfinden Sie die durchschnittliche Lautstärke in Ihrer Musikgruppe?**

Hier zeigte sich, dass die Lautstärke der Musikgruppe von ca. 60 % der Musiker/innen als laut, von ca. 28 % als sehr laut und von einer Person sogar als unangenehm empfunden wurde. Lediglich ca. 15 % empfanden den Pegel als angenehm. In der Summe waren dies aufgrund von Mehrfachnennungen über 100 % (s. Abb. 4).

Auf die Frage, ob die Musiker/innen ein bestimmtes Instrument als besonders laut oder unangenehm empfanden (Frage 23), gaben 49 % an, dass sie ein Instrument als laut bzw. als besonders unangenehm empfanden. Bei den als laut empfundenen Instrumenten wurden hauptsächlich Schlagzeug bzw. Trommel (29 Mal) und Trompeten (14 Mal) genannt. Als unangenehm empfanden 7 Personen das Schlagzeug/Trommel und 4 Personen die Piccolo-Flöte bzw. die Querflöten. Hierbei sind ebenfalls Mehrfachnennungen zu berücksichtigen.

In Frage 17 sollten die Musiker/innen angeben, ob es für sie manchmal Momente unangenehmer Lautstärke in ihrer Musikgruppe gab.



**Abbildung 5: Gibt es manchmal Momente in Ihrer Musikgruppe, in denen Ihnen die Lautstärke unangenehm ist?**

Hier gaben 62 % an, dass es gelegentlich Momente unangenehmer Lautstärke gab und 10 % sogar, dass es diese oft gab. Zusammen waren dies fast  $\frac{3}{4}$  der Befragten. Lediglich 28 % antworteten hier mit nein (s. Abb. 5).

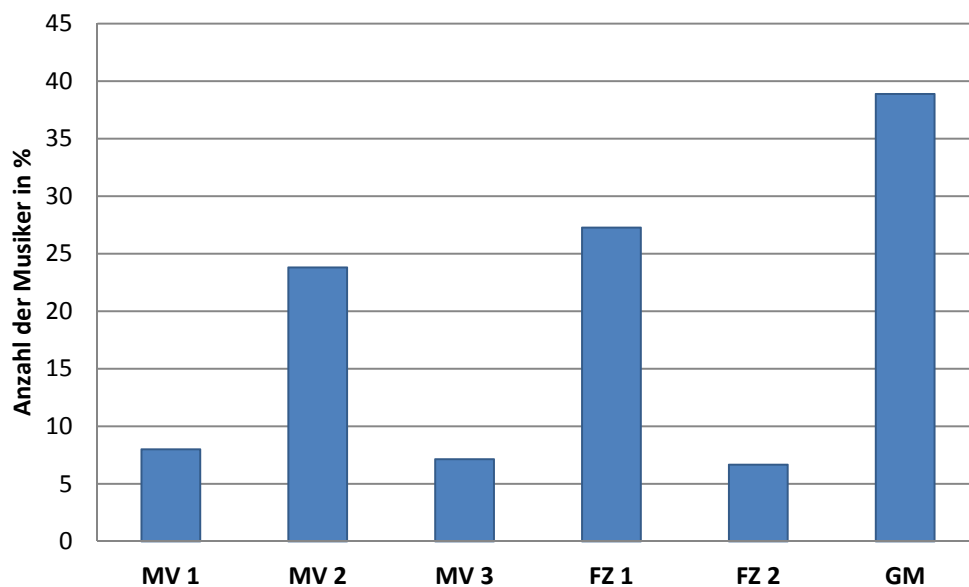
In der nächsten Frage (Frage 18) sollten genaue Situationen in der Musikgruppe benannt werden, in denen die Lautstärke unangenehm wurde. Die Hauptnennungen hierzu sind in Tab. 3 aufgelistet. Zu beachten ist hierbei, dass einige Musiker/innen Mehrfachnennungen vergaben.

**Tabelle 3: Situationen unangenehmer Lautstärke (n=104, Mehrfachnennungen)**

Situation	Anzahl der Nennungen
Musizieren in kleinen Gebäuden/Räumen/Festzelten	14
Platzierung Nähe Schlagzeug/Trommel	10
bei Kopfschmerzen/Stress/Müdigkeit	7
volle Orchesterbesetzung	7
hohe, laute Töne	5
wenn alle Instrumente gleichzeitig sehr laut spielen	5
während der Probe allgemein	3
Schlagwerk vollständig anwesend	3
Trommelsoli	3
alle Trompeten anwesend und laut spielend	2

In den Fragebögen wurde auch nach Ohrgeräuschen im Zusammenhang mit der Musikgruppe gefragt (Frage 20). Im Fragebogen wurde zwischen einmaligen und mehrmaligen Ereignissen unterschieden. Im Folgenden wurden die Angaben von einmaligen und mehrmaligen Situationen zusammengefasst (Abb. 6). Die Auswertung erfolgte für die einzelnen Vereine.

Die geringsten Werte zeigen sich mit etwas mehr als 5 % bei den Musikvereinen 1 und 3 und dem Fanfarenzug 2. Mit Abstand dazu liegen mit Werten um 25 % Musikverein 2 und Fanfarenzug 1. Den Höchstwert mit fast 40 % bildet der Guggenmusik-Verein.



**Abbildung 6: Hatten Sie schon einmal oder mehrmals nach lauten Situationen in Ihrer Musikgruppe Ohrenpfeifen und/oder ein dumpfes Gefühl/dumpfes Hören?**

Die Musiker/innen sollten zusätzlich die Situation(en) beschreiben, die zu Ohrgeräuschen bzw. dumpfem Hören führten. Insgesamt nannten 20 Musiker/innen (19 % der 104 Befragten) Situationen im Zusammenhang mit der Musikgruppe. Davon gaben 9 Personen an, dass das Auftreten unspezifisch während oder nach der Probe bzw. bei Auftritten stattfand. Fünf Personen gaben an, dass es bei Ihnen bei Auftritten in kleinen Räumen bzw. Festzelten vorkam und 3 Personen konnten die Situation im Zusammenhang mit einem Schlag des Schlagzeugs/der Trommel bzw. des Beckens genau benennen.

Trotzdem machten sich ca. 57 % keine Sorgen um Ihr Gehör (Frage 22). Dies war mit Sicherheit auch ein Grund dafür, dass ca. 90 % nie und ca. 8 % nur gelegentlich Gehörschutz trugen (Frage 24). Eine Person gab hier "fast immer" an und eine Person machte keine Angabe.

Die Gründe hierfür wurden wie folgt angegeben (Mehrfachnennungen):

- bisher keine Gedanken über Gehörschutz gemacht (39 Mal)
- störend beim Musizieren (34 Mal)
- Bedenken, nicht alles zu verstehen (31 Mal)
- verzerrter Klang (15 Mal)
- unnötig (11 Mal)

Das Thema Gehörschutz wurde in keiner der Gruppen, die hier untersucht wurden jemals angesprochen, jedoch gaben 13 % der Befragten an, dass das Thema schon einmal in einer ihrer anderen Musikgruppen thematisiert wurde (Frage 26). In den Gesprächen mit den Musikerinnen und Musikern zeigte sich jedoch, dass fast niemand individuellen Musikgehörschutz kannte, obwohl sich einige "so etwas" wünschen würden.

34 % der 104 befragten Musiker/innen haben sich beruflich oder privat aus den verschiedensten Gründen mit Gehörschutz beschäftigt (Frage 27).

Als Hauptgründe wurden folgende aufgeführt:

- Arbeitsschutz (19 Mal)
- eigenes Interesse am Schutz des Gehörs (2 Mal)
- Gartenarbeiten/Heimwerken (2 Mal)
- Hörsturz (1 Mal)
- Hyperakusis (1 Mal)

In Frage 28 sollten die Musiker/innen angeben, welche Gehörschutzarten sie kennen. Die Frage zielte darauf ab, ob sie schon einmal etwas von individuellem Gehörschutz gehört hatten (im besten Falle von einem individuellen Musikgehörschutz). Die Musiker/innen gaben meist mehrere Arten an.

Die Hauptnennungen hierbei waren:

- Gehörschutzstöpsel (55 Mal)
- Kapselgehörschutz (55 Mal)
- Ohropax (Wachs) (21 Mal)
- individueller Gehörschutz (8 Mal)

Nur 8 Mal wurde individueller Gehörschutz genannt. Dies war bei diesen Antworten aus beruflicher oder gesundheitlicher Hinsicht begründet.

In den Gesprächen mit den Musikerinnen und Musikern in den Pausen wurde deutlich, dass kaum jemand wusste, dass es einen Musikgehörschutz gibt, der nicht wie ein Gehörschutzstöpsel oder Kapselgehörschutz den Frequenzgang beeinflusst, sondern pantonal gleichmäßig dämpft und somit nicht bzw. nur sehr leicht den Klang der Musik verändert.

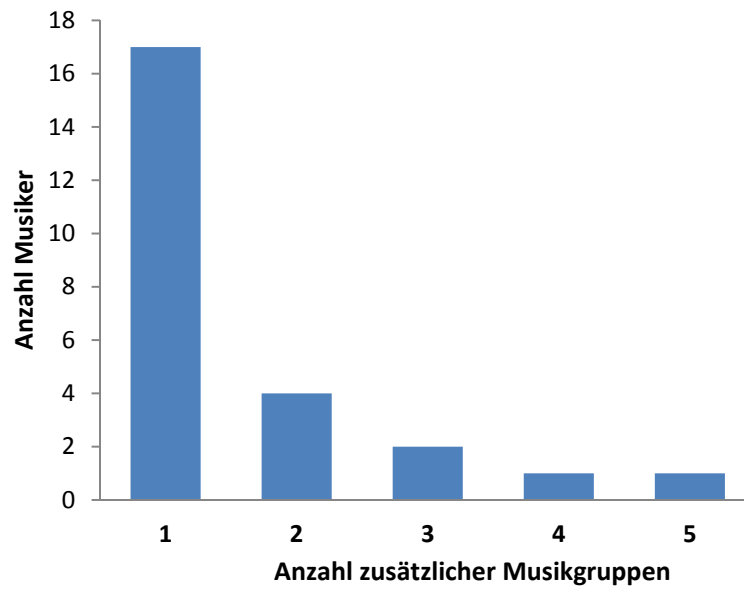
Viele haben hierbei nach Informationsmaterial gefragt, sodass eine FAQ-/ Informationsliste mit den meisten aufgetauchten Fragen selbst entworfen und an die Musiker/innen verteilt wurde (s. Anhang). Hier besteht ein Potential für z.B. Hörakustiker.

Mit den Fragen 3, 12, 13 und 29 des Fragebogens sollten die Zusatzbelastungen durch Lärm erfragt werden.

Frage 3 zielte auf zusätzliche Musikgruppen ab, in denen die Musiker/innen noch spielen. Abb. 7 zeigt, dass sehr viele der Befragten noch zusätzlich woanders Musik machten, teilweise noch in 3 bis 5 weiteren Gruppen, was eine deutliche Zusatzbelastung für das Ohr darstellte. Die Ruhepausen, die das Ohr zwischendurch braucht, wurden dadurch verringert.

Siebzehn Personen spielten in einer weiteren Musikgruppe und 4 Personen in 2 weiteren.

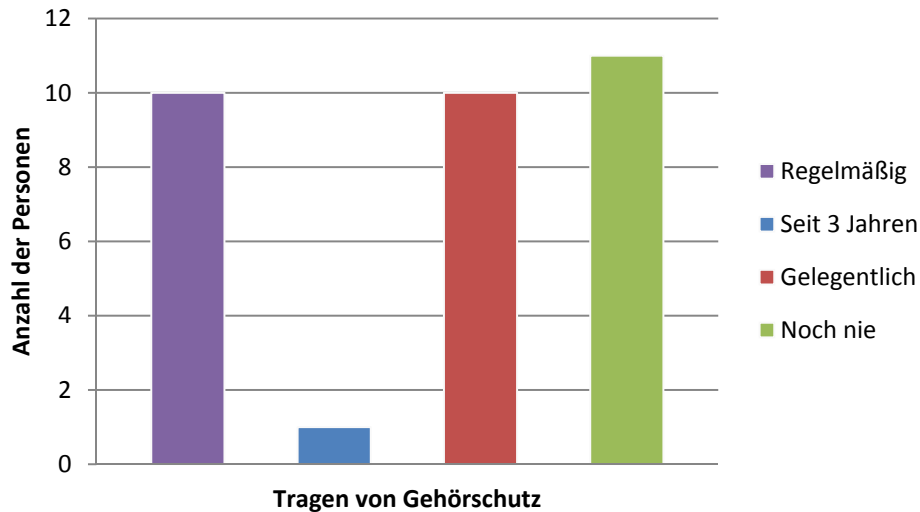
Zwei Personen spielten in 3 weiteren Musikgruppen und jeweils eine Person spielte in 4 bzw. 5 weiteren Musikgruppen. Zusammengezhlt waren dies ca. 24 % der Musiker/innen, die zusfzglich noch in mindestens einer weiteren Gruppierung spielten (s. Abb. 7).



**Abbildung 7: In wie vielen weiteren Musikgruppen spielen Sie zusfztzlich?**

Einige Musiker/innen waren zusfztzlich zu ihrer lauten Freizeitbeschftigung auch beruflich lauten Pegeln ausgesetzt. Ungefhr 31 % der 104 Befragten gaben an, in Lrm zu arbeiten. Davon trugen jedoch nur 10 Personen von Anfang an immer Gehrschutz. Sie waren durchschnittlich etwa 16 h pro Woche lauten Pegeln ausgesetzt.

In Abb. 8 ist dargestellt, dass nur 10 der 32 Personen mit Lärmarbeitsplatz regelmäßig Gehörschutz trugen. Zehn trugen gelegentlich und sogar 11 dieser 32 Musiker/innen trugen während ihres lauten Arbeitstages noch nie Gehörschutz.



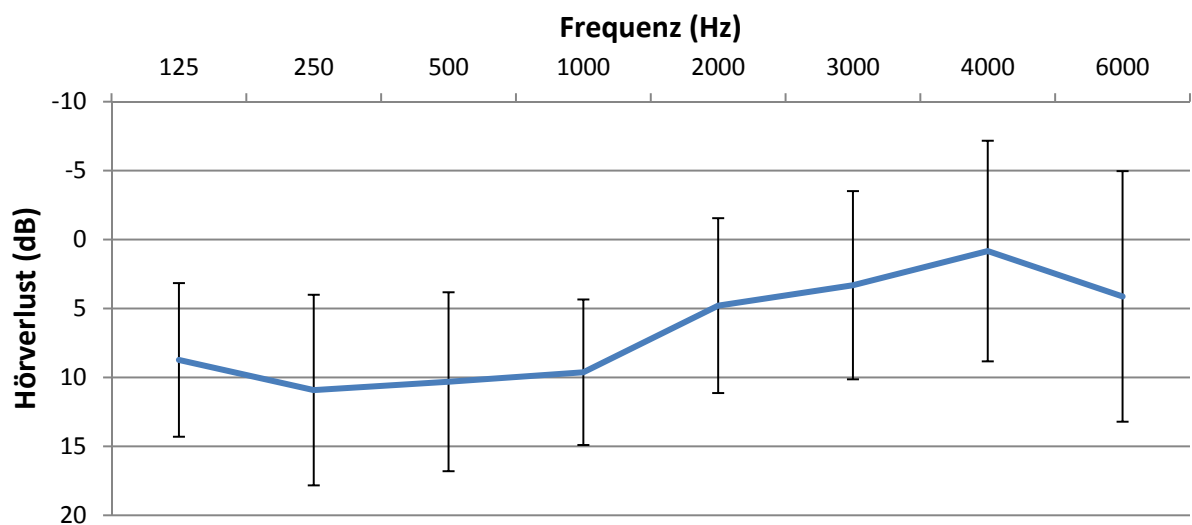
**Abbildung 8: Lärmarbeitsplatz - Tragen Sie dort schon immer in den vorgeschriebenen Zonen Gehörschutz?**

In Frage 29 wurden die Musiker/innen nach weiteren lauten Freizeitbeschäftigungen befragt. Hierfür sollte nur angekreuzt werden, wenn diese regelmäßig, mehr als einmal pro Woche und ohne Gehörschutz ausgeführt wurden. Ca. 36 % waren in ihrer Freizeit zusätzlich lärmbelastet. Davon gaben 18 Personen gleich mehrere laute Freizeitbeschäftigungen an.

## 4.2 Auswertung der Audiogramme

Bei den Personen, die für eine Audiometrie in Frage kamen waren sowohl die Otoskopie als auch die Stimmgabeltests nach Weber und Rinne unauffällig.

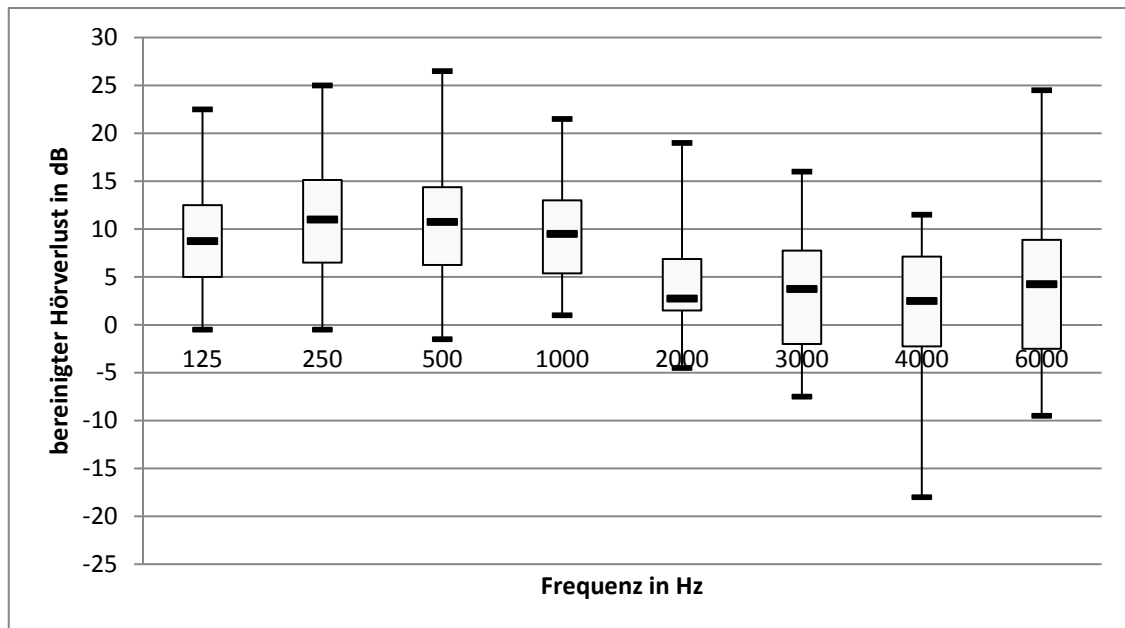
In Abb. 9 ist das Durchschnittsaudiogramm der 24 Musiker/innen zu sehen. Es wurde der Mittelwert und die Standardabweichung der einzelnen Frequenzen gebildet, nachdem die Audiometrie-Werte zuvor jeweils mit der DIN 7029 um Geschlecht und Alter bereinigt wurden.



**Abbildung 9: Durchschnittsaudiogramm der getesteten Musiker/innen mit jeweiliger Standardabweichung**



Zur genaueren Aufschlüsselung und Darstellung wurde zusätzlich ein Boxplot-Diagramm gewählt. Hier wird der Median angezeigt, der sich kaum vom Mittelwert unterschied (s. Abb. 10).



**Abbildung 10: Boxplot-Darstellung der Audiogramme**

Wie in der Darstellung zu erkennen ist, fanden sich durch die durchgeführte Audiometrie keine Anzeichen der vorher festgelegten Kriterien für eine lärmbedingte Schwerhörigkeit.

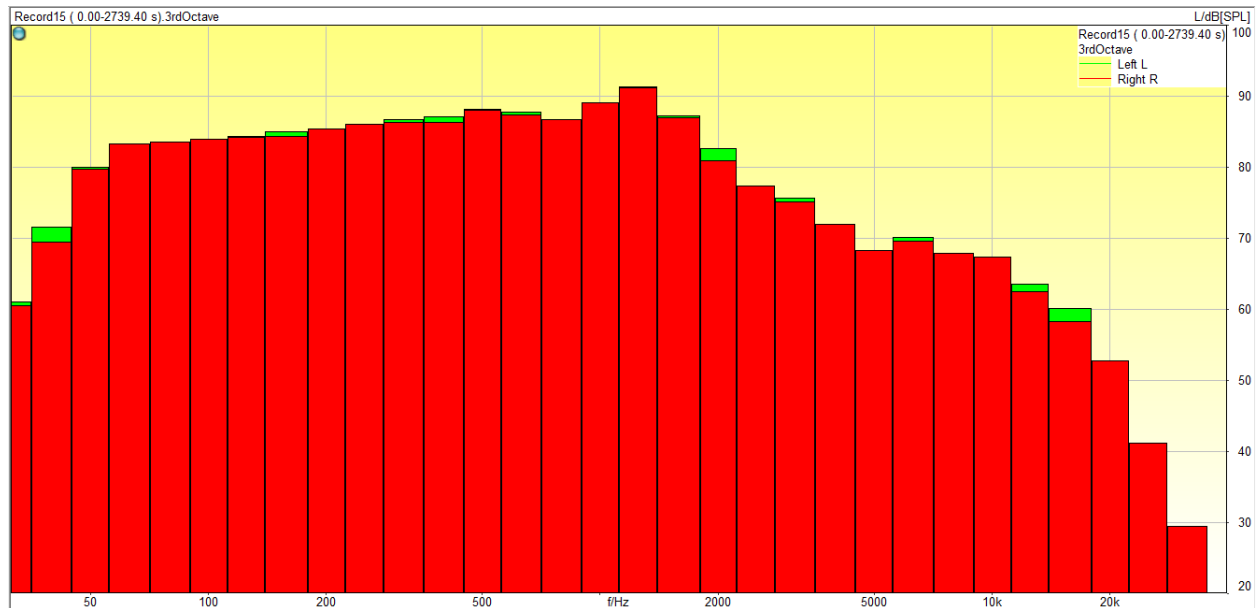
Auffällig war, dass der Tieftonbereich bis 1 kHz im Mittel etwas schlechter war. Bei den Frequenzen 125 Hz bis 1 kHz zeigte sich ein Mittelwert und Median von ca. 10 dB Hörverlust. In den höheren Frequenzen darüber zeigte sich im Mittel ein um ca. 5 dB geringerer Hörverlust.

Hier wurde vermutet, dass durch die Altersbereinigung, die hauptsächlich im Hochtonbereich stattfindet, ein besserer Schnitt zustande kam.

Aufgrund der geringen Anzahl an Probanden und somit Audiogrammen war jedoch eine statistische Signifikanzprüfung nicht sinnvoll, sodass auch hier die Auswertung deskriptiv erfolgte und eine sichere Aussage nicht getroffen werden konnte.

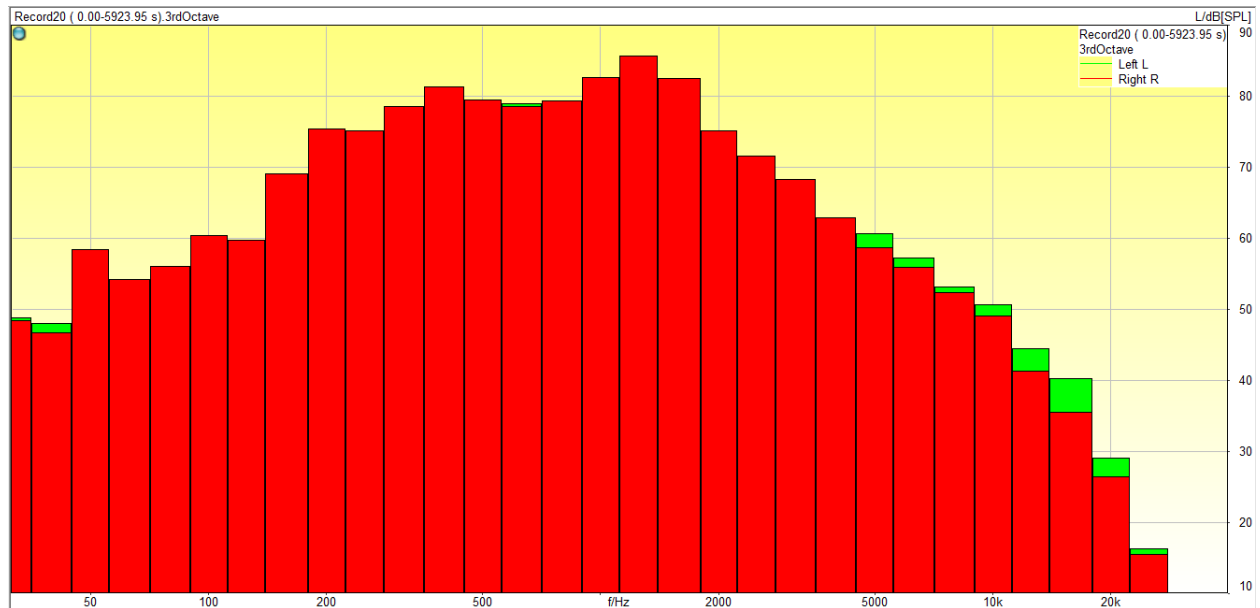
## 4.3 Auswertung Kunstkopf

### 4.3.1 Dritteloktavgbänder



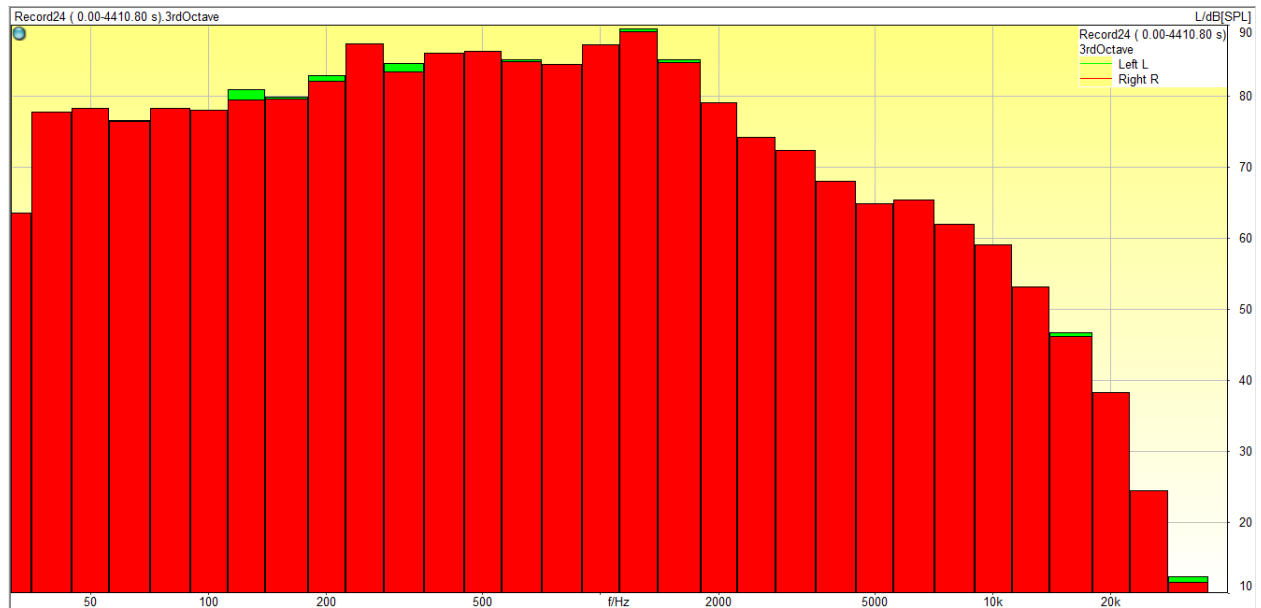
**Abbildung 11: Dritteloktavgbänder MV 1**

Die Pegelauswertung über die Frequenzen (3rd Octave) zeigte bei Musikverein 1, dass die bei der Aufnahme gespielte Musik leicht tiefen- bis mittenbetont war. Die Frequenzen von ca. 75 Hz bis 2 kHz wiesen einen Pegel von ca. 85 bis fast 90 dB SPL auf. Ein "kleines" Maximum, das sich nur leicht heraushob lag mit ca. 91 dB bei ca. 1,3 kHz. Ab 2 kHz sank der Pegel auf ca. 70 dB zwischen ca. 5 kHz und 10 kHz ab. Danach sank der Pegel weiter ab bis auf ca. 50 dB bei 20 kHz (s. Abb. 11).



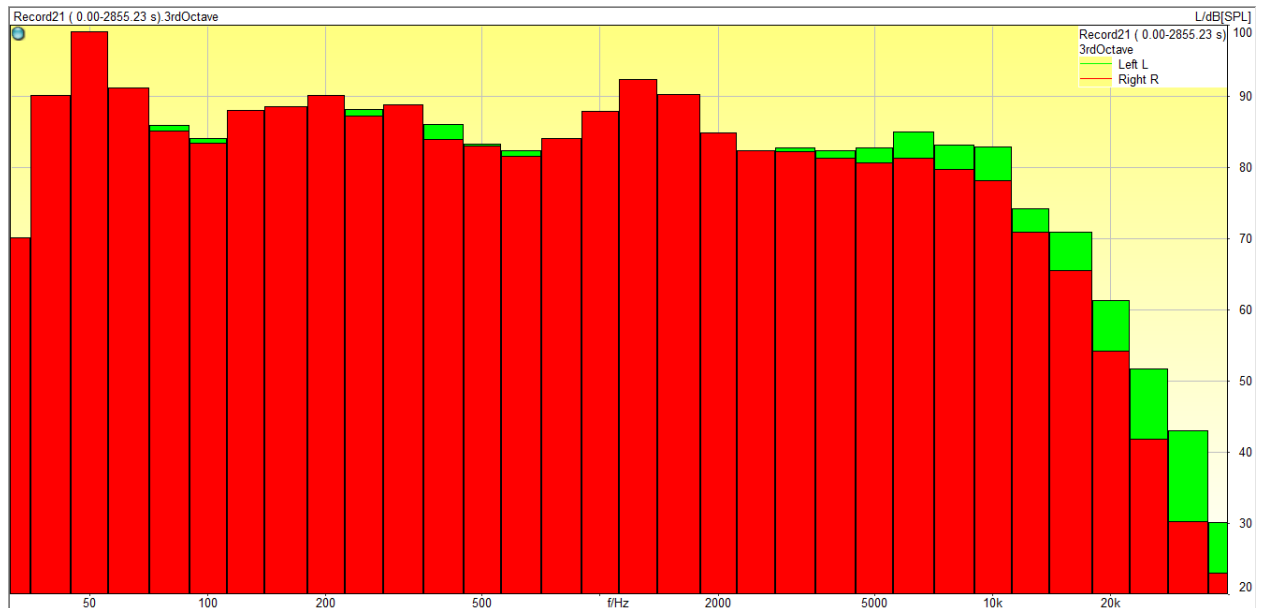
**Abbildung 12: Dritteloktavgbänder MV 2**

Bei Musikverein 2 erkannte man im Gegensatz zu Musikverein 1 eine deutliche Mittenbetonung. Die Tiefen bis ca. 300 Hz waren hier deutlich geringer betont. Sie starteten bei unter 50 Hz mit ca. 50 dB und stiegen dann an bis ca. 80 dB bei 300 Hz um auf diesem Niveau bis ca. 1 kHz zu bleiben. Der Pegel stieg dann bis zu einem Maximum von ca. 85 dB bei 1,2 kHz und fiel steil ab bis auf ca. 30 dB bei 20 kHz (s. Abb. 12).

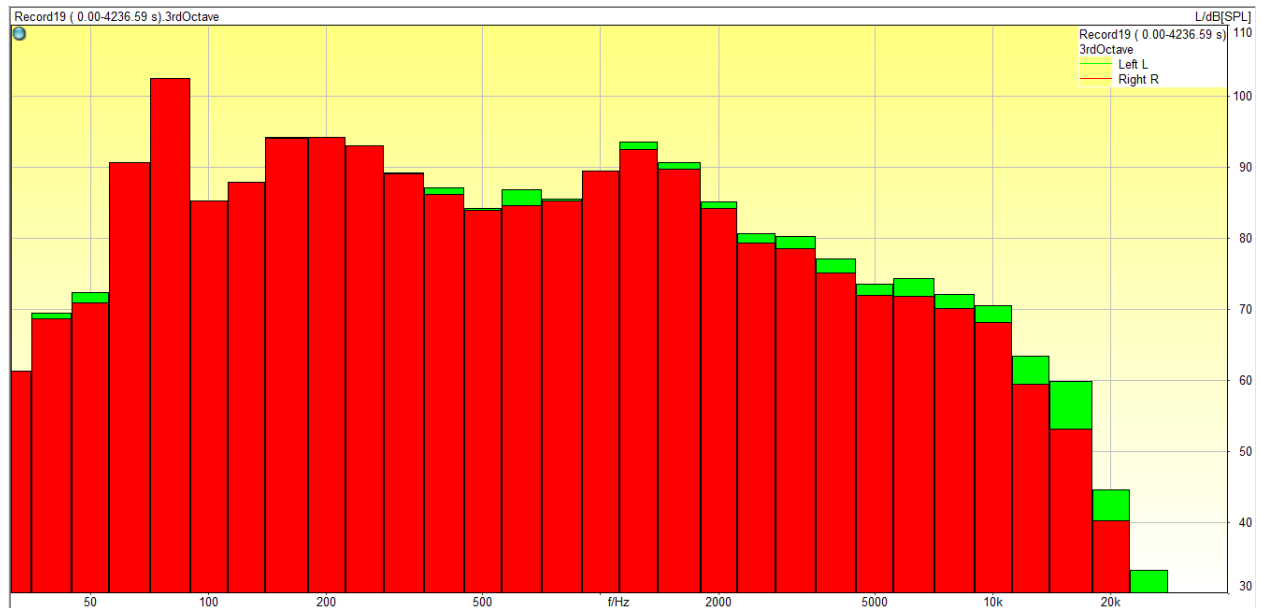


**Abbildung 13: Dritteloktavbänder MV 3**

Musikverein 3 ähnelte eher wieder Musikverein 1. Es lag ebenfalls eine Tiefen- bis Mittenbetonung vor. Hier lagen die Frequenzen von 50 bis 200 Hz bei einem Pegel von ca. 80 dB, die folgenden Frequenzen bis 2 kHz lagen bei ca. 85 dB. Ein leichtes Maximum bei 1,2 kHz mit ca. 90 dB zeichnete sich auch hier ab. Danach sanken die Pegel ab bis auf ca. 40 dB bei 20 kHz (s. Abb. 13).

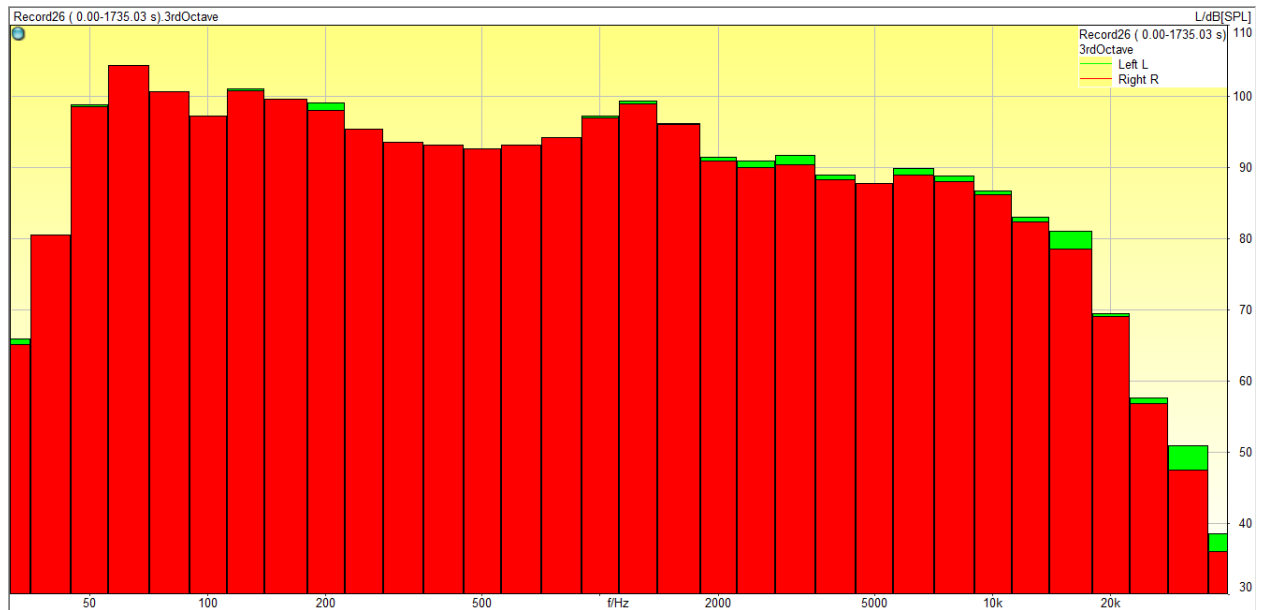
**Abbildung 14: Dritteloktavgbänder FZ 1**

Der Fanfarenzug 1 zeigte eine eher ungleichmäßigere, breitbandigere Verteilung der Pegel. Die lauten Pegel reichten hier weiter in den Hochtonbereich als bei den Musikvereinen. Die Kurve startete bei 50 Hz mit einem deutlichen Maximum von ca. 100 dB, fiel dann ab auf ca. 85 dB bei 100 Hz, stieg leicht an bis ca. 90 dB bei 200 Hz um dann wieder leicht bis auf ca. 80 dB bei 500 Hz abzufallen. Anschließend stieg die Kurve bis auf ca. 90 dB bei ca. 1,3 kHz, fiel dann ab bis ca. 80 dB bei 2 kHz und blieb bei diesem Wert bis 10 kHz. Am Ende fiel sie ab auf ca. 60 dB bei 20 kHz (s. Abb. 14).



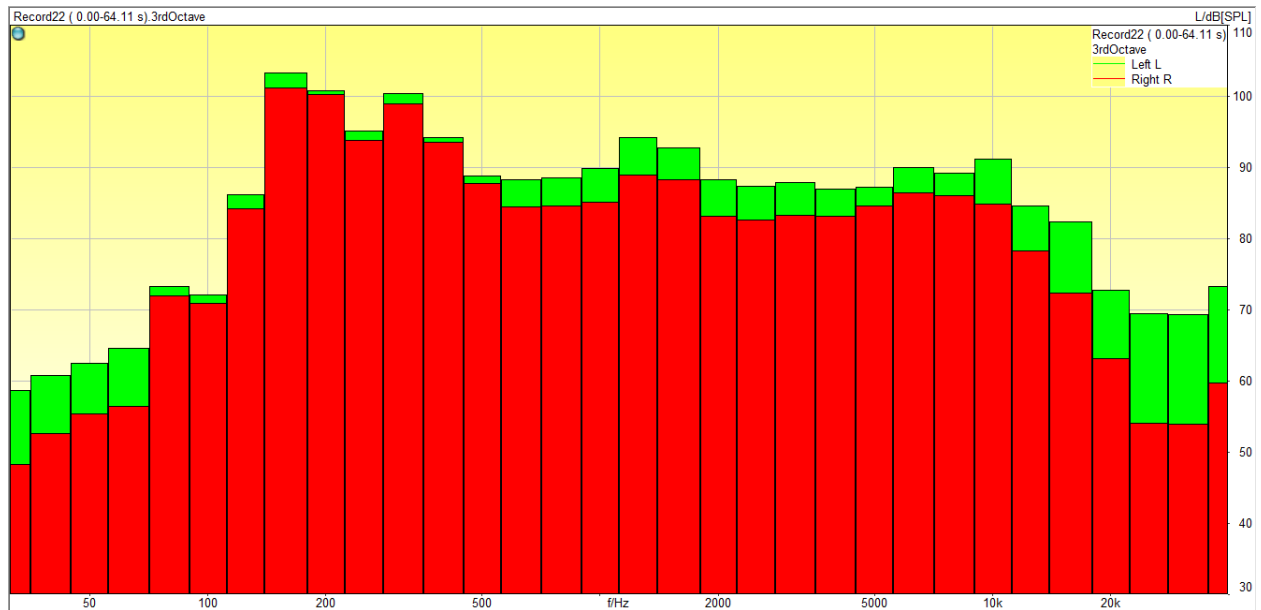
**Abbildung 15: Dritteloktavgbänder FZ 2**

Die Kurve von Fanfarenzug 2 glich in der Form der von Fanfarenzug 1. Bei 50 Hz zeigte sich ein Pegel von ca. 70 dB. Die Kurve stieg sehr steil an, wodurch ein eindeutiges Maximum von ca. 102 dB bei ca. 80 Hz vorlag. Die Pegel fielen nach dem Maximum auf ca. 85 dB bei 100 Hz, um gleich wieder auf ca. 95 dB zwischen 150 und 250 Hz anzusteigen. Danach zeigte sich wieder ein Abfall auf ca. 85 dB bei 500 Hz und ein erneuter Anstieg auf ca. 93 dB bei 1,3 kHz. Im Folgenden fiel die Kurve ab bis auf ca. 70 dB bei 10 kHz und weiter etwas steiler bis auf 45 dB bei 20 kHz (s. Abb. 15).



**Abbildung 16: Dritteloktavbänder GM**

Bei dem Guggenmusik-Verein zeigte sich ein Maximum, das nicht so eindeutig ausgeprägt war wie bei den Fanfarenzügen, bei ca. 65 Hz mit ca. 104 dB. Die Pegel bei 120 Hz und 1,2 kHz lagen bei ca. 100 dB, dazwischen bildete sich eine "Kuhle" bis ca. 93 dB bei 500 Hz. Nach 1,2 kHz sanken die Werte auf ca. 90 dB bei 2 kHz und blieben auf dieser Höhe bis ca. 10 kHz und fielen dann auf 70 dB bei 20 kHz (s. Abb. 16).



**Abbildung 17: Dritteloktavgbänder Trommelsolo FZ 2**

Abbildung 17 zeigt die Pegelverteilung über die Frequenzen eines Trommelsolos mit einer Marschtrommel mit Becken eines Musikers des FZ 2. Hier sieht man, dass der Tieftonbereich bis ca. 100 Hz geringer betont war. Bei ca. 140 Hz stiegen die Pegel steil an auf ca. 100 dB. In den mittleren und hohen Frequenzen von ca. 500 Hz bis 10 kHz zeigten sich Pegel um 90 dB. Ab 10 kHz sanken die Pegel bis auf ca. 70 dB bei 20 kHz (s. Abb. 17).

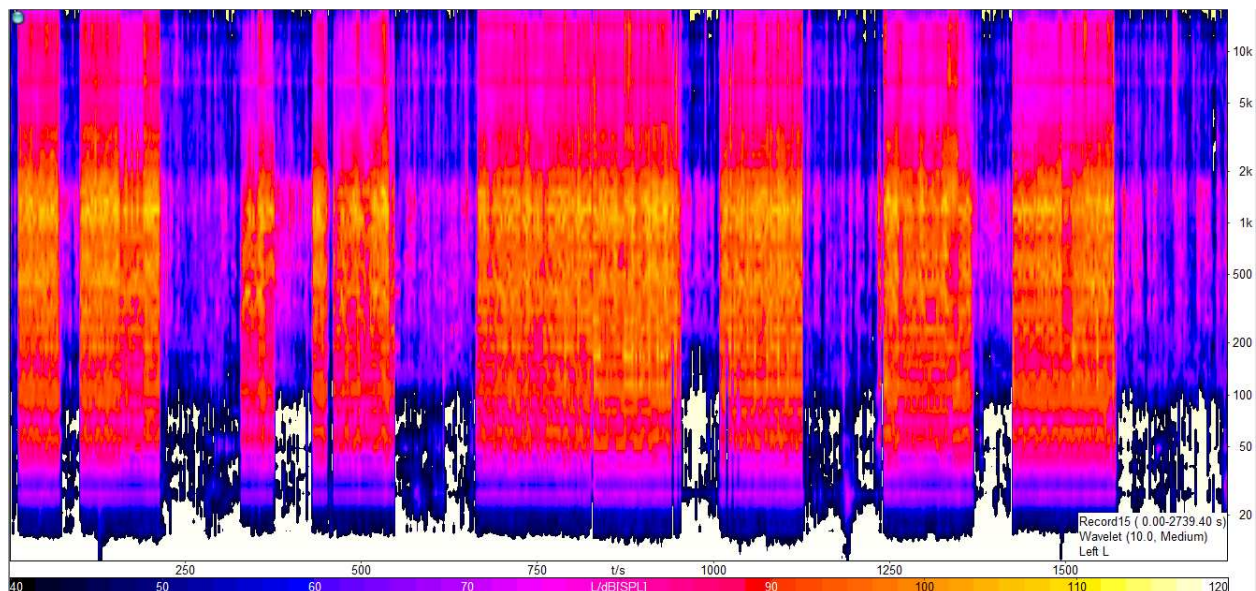


### 4.3.2 Wavelets

Im Folgenden sind die Wavelets der einzelnen Vereine abgebildet.

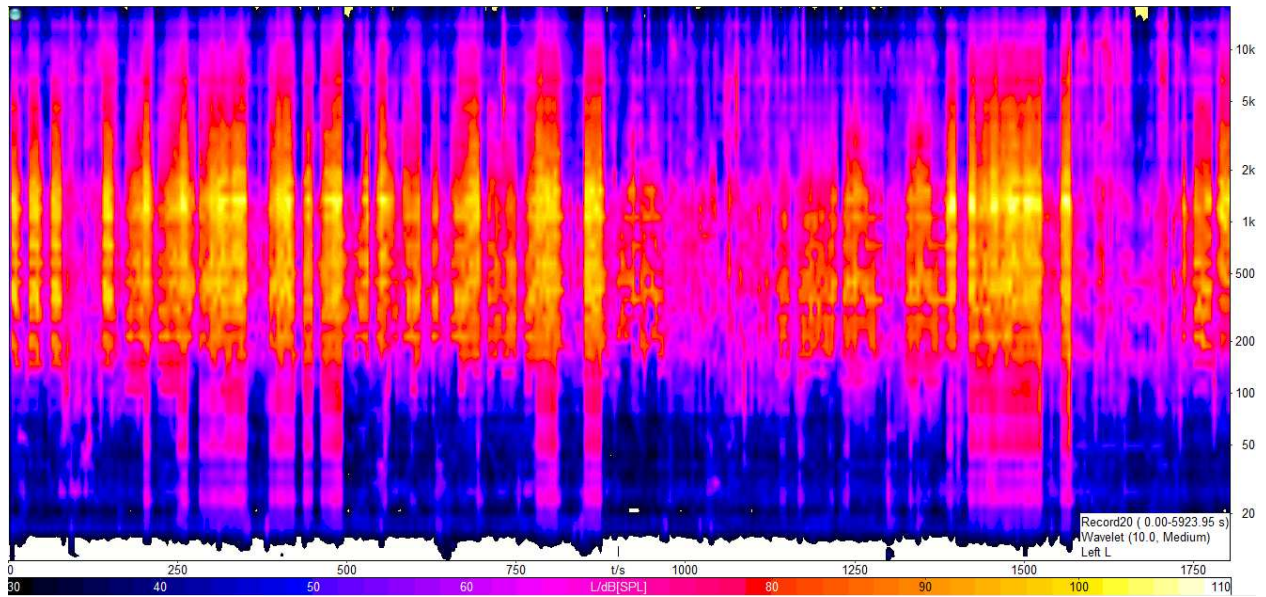
Bei einem Wavelet ist auf der x-Achse die Zeit in sec. und auf der y-Achse die Frequenz von 20 Hz bis 20 kHz aufgetragen. Zusätzlich zu diesen 2 Dimensionen findet noch eine Farbkodierung der Pegel statt. Man kann somit aus einem Wavelet an einem bestimmten Zeitpunkt, bei einer bestimmten Frequenz den Pegel ablesen.

Die Werte der Pegel reichen hierbei von 40 dB (schwarz) und 50 dB (dunkelblau) über 60 dB (dunkel-lila), 70 dB (hell-lila), 80 dB (rosa) und 90 dB (rot) bis zu 100 dB (orange) und 110 dB (gelb). Die höchsten Pegel bilden die 120 dB (weiß).



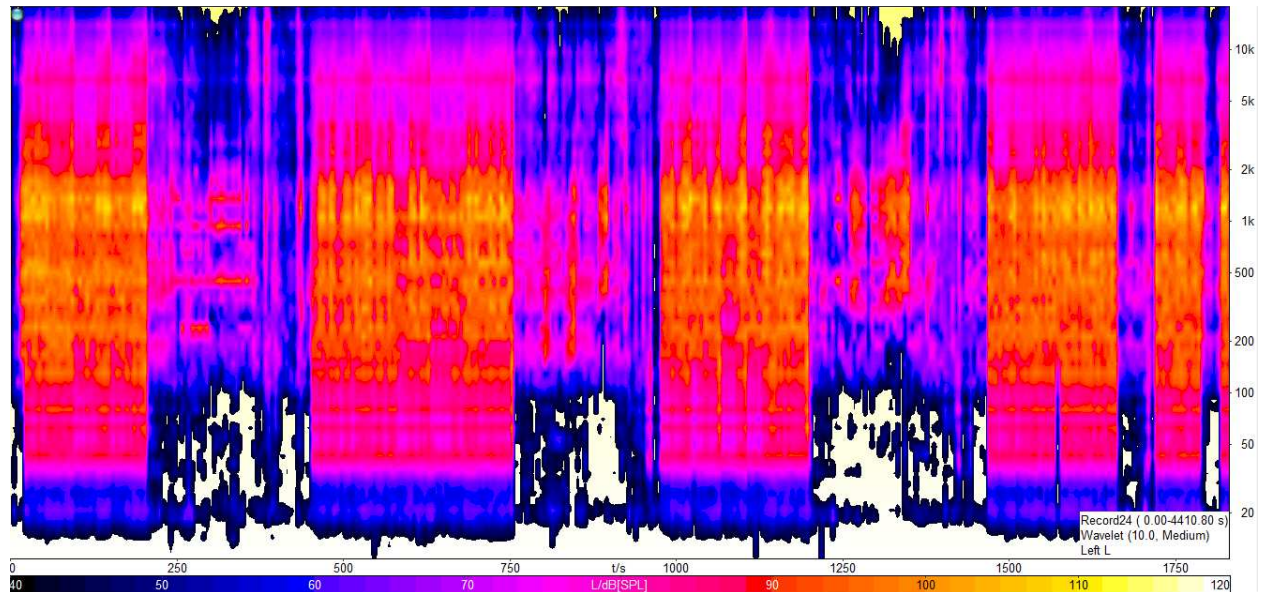
**Abbildung 18: Wavelet MV 1**

Das Wavelet von Musikverein 1 zeigte durch die unterschiedlichen „Farbstreifen“ deutliche Spiel- und Pausenabschnitte. In den Pausen war eine Betonung der Frequenzen von ca. 200 Hz bis 2 kHz mit ca. 80 dB zu erkennen, was sich mit dem Hauptsprachbereich deckte. In den Abschnitten, in denen musiziert wurde lag die Betonung der Frequenzen von ca. 50 Hz bis 2 kHz im orangen bis gelben Farbbereich (bis ca. 105 dB). Die höheren Frequenzen lagen im rosa Bereich (ca. 80 dB) und die tiefen Frequenzen unterhalb 50 Hz lagen im dunkelblauen Bereich (ca. 50 dB) (s. Abb. 18).



**Abbildung 19: Wavelet MV 2**

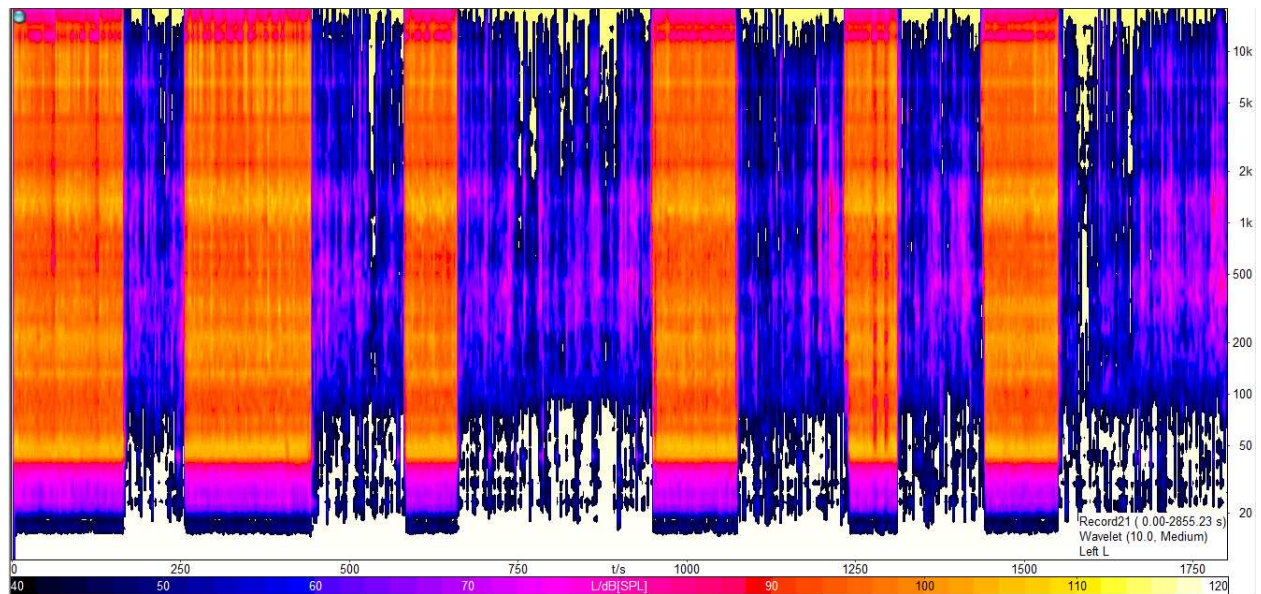
Das Wavelet von Musikverein 2 zeigte zwischen ca. 100 Hz und 2 kHz einen dichten rosa bis orangefarbenen-gelben Farbbereich ohne längere Pausen. Dies stellte Pegel zwischen ca. 70 dB und 100 dB dar. Diese fluktuieren jedoch über die Zeit. Eine noch stärkere Veränderung über die Zeit zeigte sich in den Frequenzen unter 100 Hz und über 5 kHz. In den tiefen Frequenzen waren geringe Pegel zwischen ca. 50 und 60 dB mit wenigen Abschnitten von höheren Pegeln um ca. 70 dB zu erkennen. Der Hochtonbereich zeichnete sich durch wenige leise Abschnitte um ca. 60 dB mit vielen "Pegeleinschnitten" höherer Pegel bis ca. 80 dB aus (s. Abb. 19).



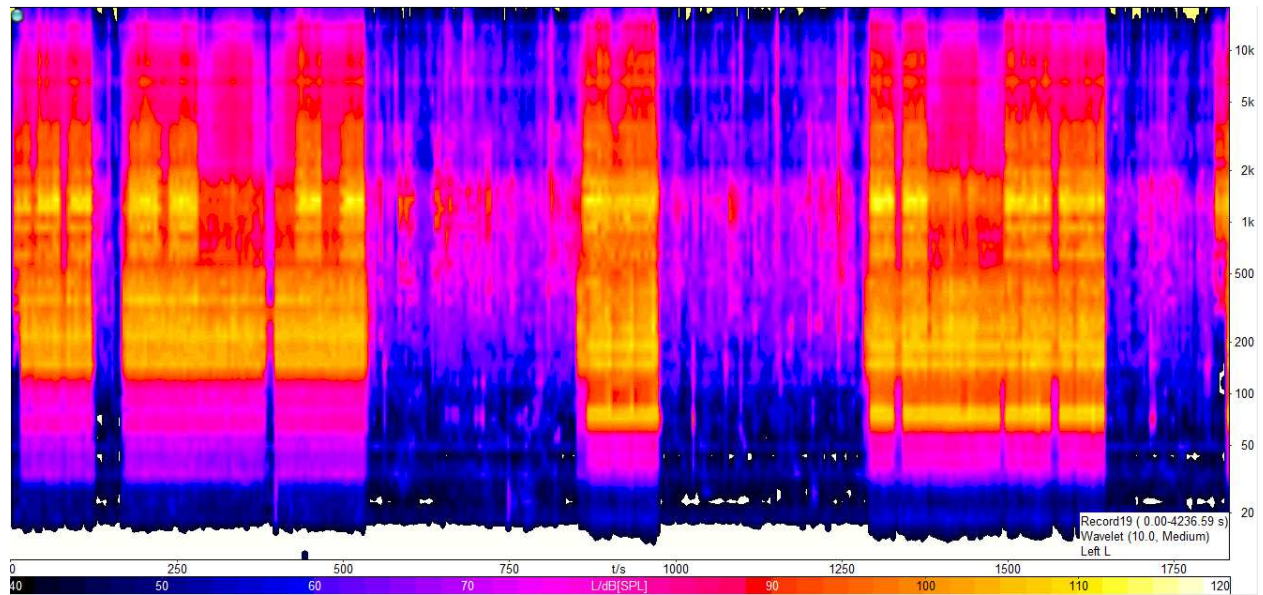
**Abbildung 20: Wavelet MV 3**

Abbildung 20 zeigt das Wavelet von Musikverein 3. Im mittleren Frequenzbereich zwischen ca. 100 Hz und 2 kHz war ein breites Band mit orange-gelber Farbe (ca. 95 bis 105 dB) und wenigen, aber längeren Pausen mit geringeren Pegeln um 70 dB (hell-lila) zu erkennen. Der Hochtonbereich ab 3 kHz zeigte während des Spielens Pegel um 80 dB (rosa), in den Pausen um 60 dB (dunkel-lila). Der Tieftonbereich unter 100 Hz zeichnete sich durch Pegel von ca. 85 dB (rosa) und eine deutliche Stufe aus. Diese Stufe befand sich durchgehend bei ca. 30 Hz und bedeutete, dass die Frequenzen unterhalb "plötzlich" um ca. 30 dB auf ca. 55 dB abfielen (s. Abb. 20).

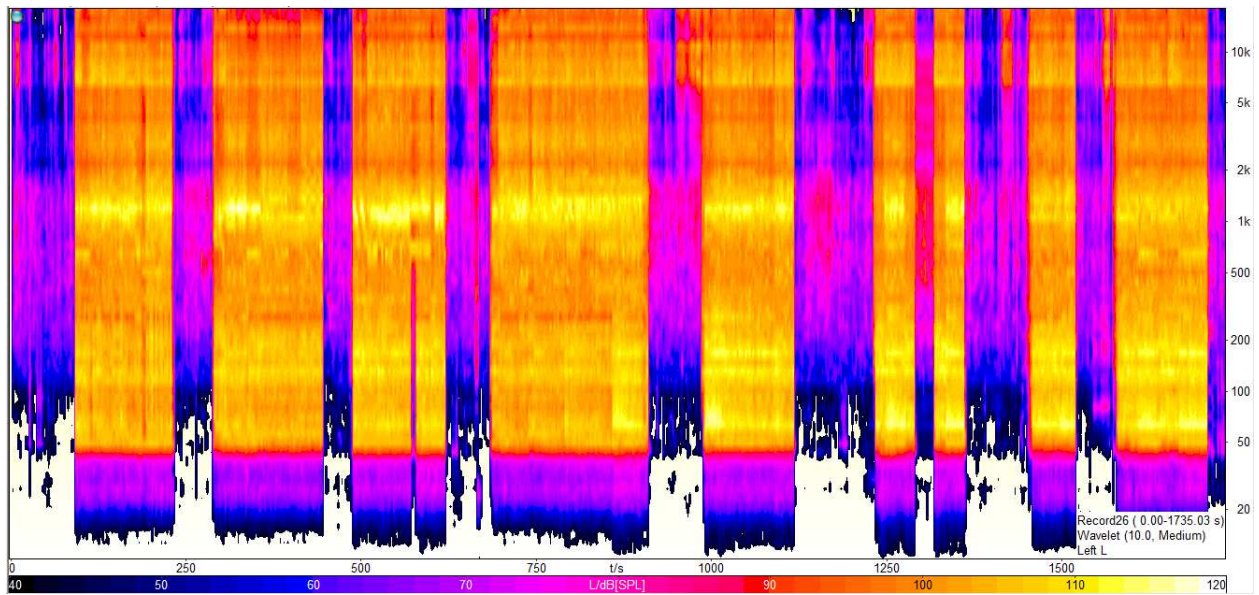


**Abbildung 21: Wavelet FZ 1**

Fanfarenzug 1 zeigte in der Waveletanalyse deutlich unterschiedliche „Farblängsstreifen“ von 50 bis 60 dB (blau) und 100 bis 110 dB (orange bis gelb). Das bedeutete, dass die Probe deutliche und sehr große Pegelunterschiede zwischen Spiel und Pause aufwies. Ebenfalls zu erkennen war, dass es keine großen Unterschiede zwischen Tief-, Mittel- und Hochtonbereich gab, denn die Farbe, und somit der Pegel, war längs etwa gleich (ca. 100 bis 110 dB). Hier gab es ebenfalls eine deutliche und scharf abgegrenzte Stufe bei ca. 40 Hz unterhalb derer die Pegel deutlich geringer waren (s. Abb. 21).

**Abbildung 22: Wavelet FZ 2**

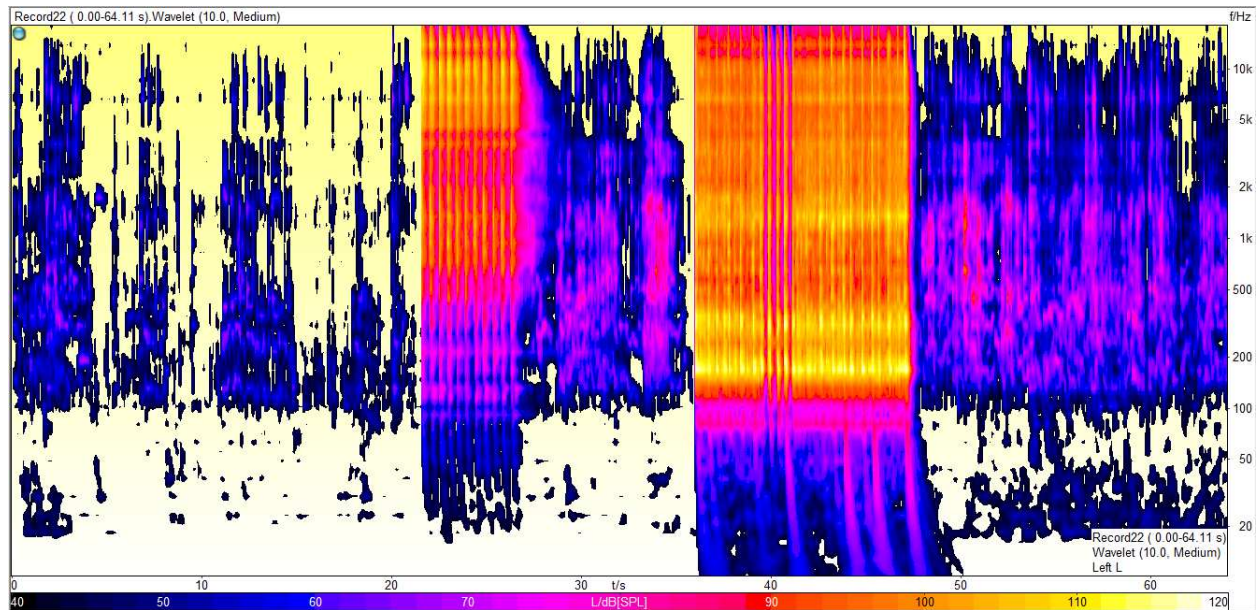
Fanfarezug 2 zeigte weniger deutliche und weniger scharf abgegrenzte Bereiche. Doch auch hier waren die Pausen durch dunklere Längsstreifen (bis 80 dB) zu erkennen. Auch hier waren Stufen im Tieftonbereich zu sehen, unter denen die Pegel deutlich absanken. Doch hier entstanden zwei unterschiedliche Stufen, einmal bei ca. 100 Hz und einmal bei ca. 50 Hz. Im Mitteltonbereich und noch deutlicher im Hochtonbereich sah man deutliche "Pegeleinschnitte" durch geringere Pegel. Die Pegel reichten bis ca. 105 bis 110 dB, die Einschnitte im Hochtonbereich sanken dabei ab bis auf ca. 80 dB. Das bedeutete, dass Fanfarezug 2 eine deutlichere Dynamik aufwies als Fanfarezug 1 (s. Abb. 22).



**Abbildung 23: Wavelet GM**

Der Guggenmusik-Verein glich wieder eher Fanfarenzug 1. Hier war deutlich weniger Dynamik erkennbar. Was erkennbar war, waren die einzelnen Pausen und über alle Stücke eine Stufe durch einen Pegelsprung bei ca. 50 Hz. Von 40 Hz aufwärts und bis über 10 kHz lagen die Pegel relativ gleichmäßig verteilt bei bis ca. 110 bis 120 dB. Hier war vor allem der Hochtonbereich von Interesse, da dieser bis in die ganz hohen Töne noch hohe Pegel aufwies (bis ca. 100 dB) (s. Abb. 23).





**Abbildung 24: Wavelet Trommelsolo (Musiker FZ 2)**

Das Wavelet des Trommelsolos eines Musikers des Fanfarenzugs 2 zeigte im ersten Teil zwischen 20 und 27 sec. elf Schläge auf das Becken. Im zweiten Teil zwischen 36 und 47 sec. wurde nur auf der Trommel gespielt. Man sah, dass sich die Hauptpegel ab einer Stufe bei ca. 100 Hz aufwärts abspielten. Die lautesten Pegel mit ca. 100 dB spielten sich beim Becken wie erwartet eher in den höheren Frequenzen größer ca. 500 Hz ab. Bei der Trommel lag die Verteilung gleichmäßiger über alle Frequenzen ab 100 Hz mit bis zu ca. 110 dB. Die "Rippung" längs kam dabei von den einzelnen Schlägen (s. Abb. 24).

### 4.3.3 Impulse

Entgegen der Anfangserwartungen an die Studie, hatte sich die Impulshaltigkeit nach den hier festgelegten Kriterien bei den getesteten Vereinen als nicht relevant herausgestellt. Es konnten also keine Impulse gezählt werden.

Der "impulsartige" Schall z.B. der Schlagzeuge war zwar vorhanden, ging jedoch im  $L_{eq}$  unter. Vor allem bei dem Guggenmusik-Verein, bei der eine hohe Impulshaltigkeit erwartet wurde, war kaum ein Ausschlag durch die lauten, kurzen Schläge in der Pegel-Zeit-Darstellung zu sehen, da diese Schläge von z.B. den Blasinstrumenten verdeckt wurden..

Hinzu kam, dass die Ausschläge sowieso immer (meist sogar deutlich) länger als 1 sec. andauerten. Diese Pegelspitzen fielen demnach durch das Kriterium für einen Impuls von einer Dauer kleiner 200 ms aus der Auswertung.

Die Impulse wurden im jeweiligen Pegel-Zeit-Diagramm untersucht, in die man aus der Übersicht schrittweise reinzoomen musste, um zu überprüfen, ob es sich tatsächlich um einen Impuls mit den vorher definierten Kriterien handelte. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und des Mangels an Ergebnissen wurde an dieser Stelle auf eine Darstellung verzichtet.



## 4.4 Auswertung Dosimeter

Tabelle 4: Dosimeterwerte

	Peak	Maximum	Minimum	$L_{eq}$
<b>MV 1</b>	123 dB	111 dB	49 dB	98 dB
<b>MV 2</b>	117 dB	107 dB	48 dB	90 dB
<b>MV 3</b>	122 dB	110 dB	50 dB	95 dB
<b>FZ 1</b>	125 dB	111 dB	42 dB	98 dB
<b>FZ 2</b>	130 dB	113 dB	52 dB	99 dB
<b>GM</b>	136 dB	115 dB	64 dB	106 dB

Betrachtet man in Tab. 4 die Peaks, so lag Musikverein 2 mit 117 dB am niedrigsten, gefolgt von Musikverein 3 und 1 mit 122 dB bzw. 123 dB. Danach folgten die beiden Fanfarenzüge mit 125 dB bei Fanfarenzug 1 bzw. 130 dB bei Fanfarenzug 2. Den Schluss bildete mit dem höchsten Peak der Guggenmusik-Verein mit 136 dB.

Bei den Maxima lag ebenfalls Musikverein 2 mit 107 dB am niedrigsten. Musikverein 3 folgte mit 110 dB. Musikverein 1 und Fanfarenzug 1 lagen gleich auf mit 111 dB. Das zweithöchste Maximum zeigte mit 113 dB Fanfarenzug 2. Auch hier bildete der Guggenmusik-Verein wieder den Schluss mit dem höchsten Maximum von 115 dB.

Beim Minimum wies diesmal Fanfarenzug 1 den geringsten Wert von 42 dB auf. An zweiter Stelle stand Musikverein 2 mit 48 dB, dicht gefolgt von Musikverein 1 mit 49 dB und Musikverein 3 mit 50 dB. An vorletzter Stelle stand Fanfarenzug 2 mit 52 dB. Der Guggenmusik-Verein zeigte mit 64 dB den höchsten Wert.

Die Reihe des Dauerschallpegels  $L_{eq}$  startete mit 90 dB bei Musikverein 2, ging weiter mit 95 dB bei Musikverein 3 und 98 dB bei Musikverein 1 und Fanfarenzug 1. Dann folgt Fanfarenzug 2 mit 99 dB. Spitzenreiter mit 106 dB und großem Abstand auch hier die Guggenmusik (s. Tab. 4).

#### 4.4.1 $L_{eq}$ -Histogramme

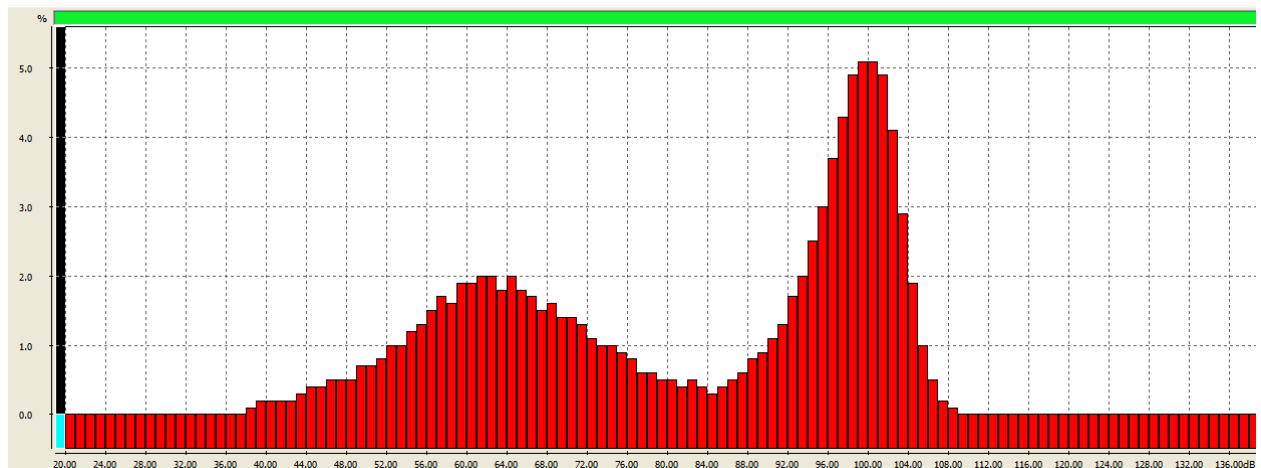
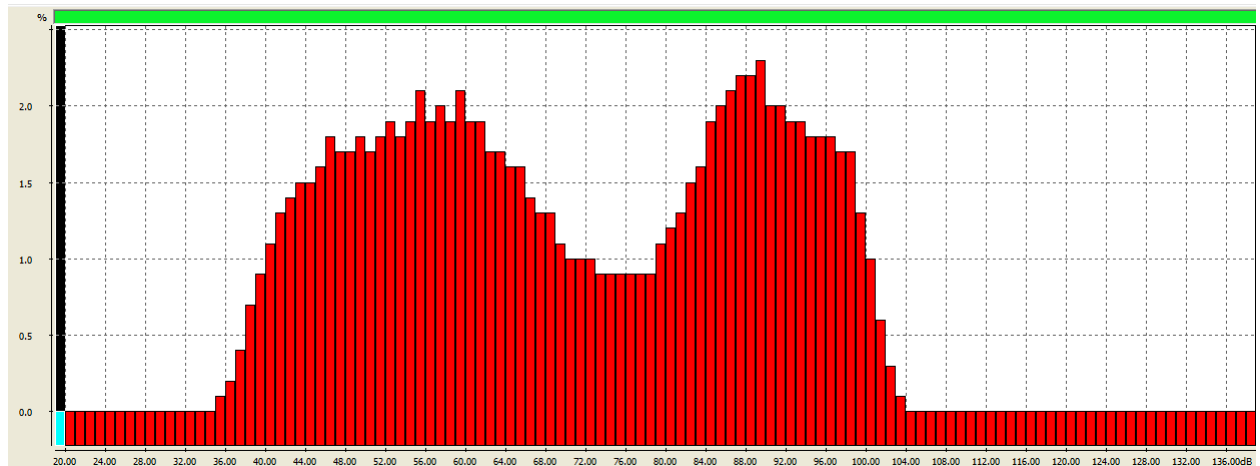


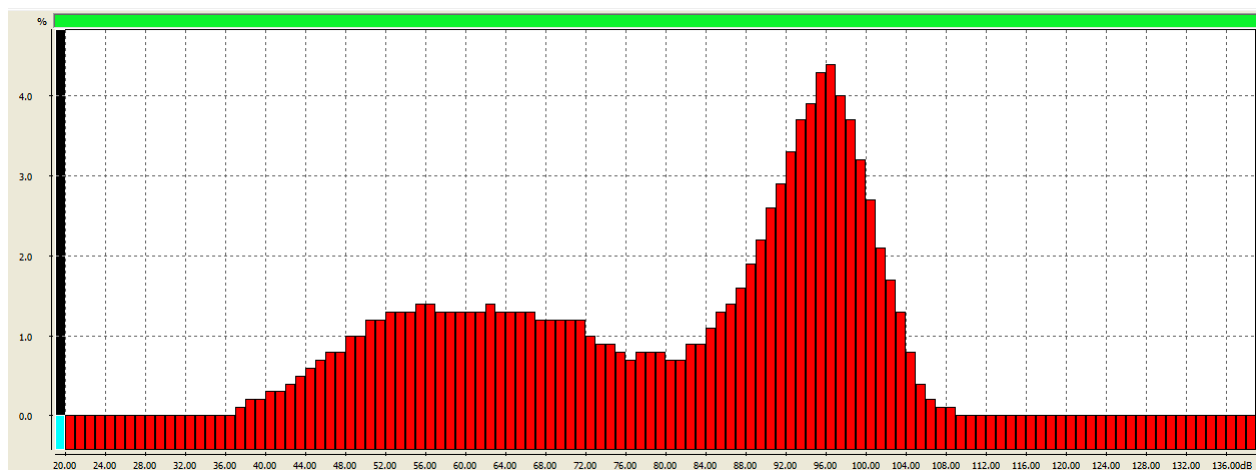
Abbildung 25:  $L_{eq}$ -Histogramm MV 1

In dem  $L_{eq}$ -Histogramm von Musikverein 1 sah man zwei Maxima: ein breiteres Maximum mit 2 % bei ca. 60 bis 64 dB und ein schmales und hohes mit ca. 5 % bei 100 dB. Das bedeutete, dass Hauptanteile der Pegel um 60 bis 64 dB (diese Pegel kamen häufig vor) und vor allem um 100 dB lagen (diese Pegel kamen am häufigsten vor). Dazwischen war ein Einschnitt mit Minimum bei ca. 84 dB zu erkennen. Die Pegel um diesen Wert kamen eher selten vor (s. Abb. 25).



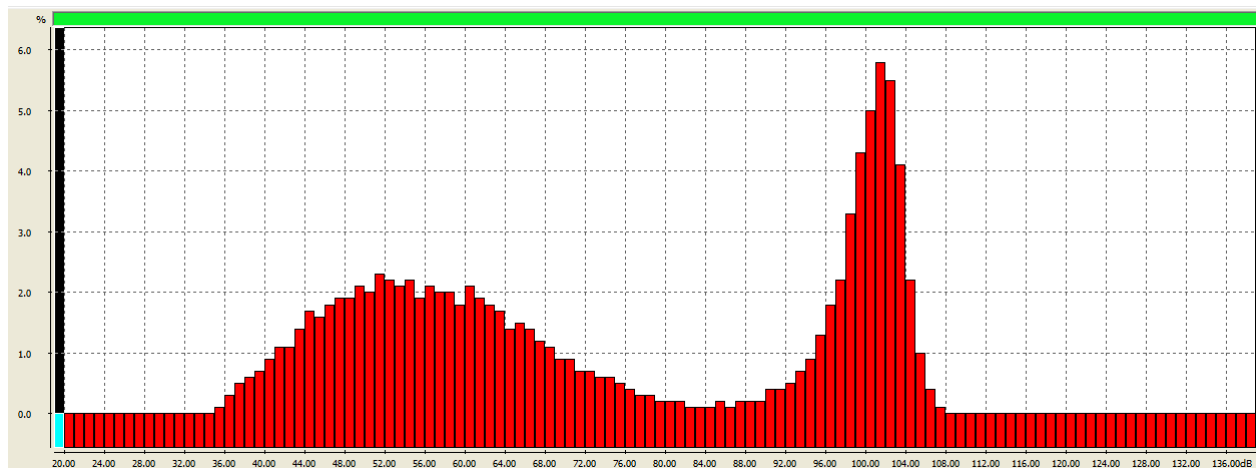
**Abbildung 26:  $L_{eq}$ -Histogramm MV 2**

Das  $L_{eq}$ -Histogramm des Musikvereins 2 zeigte ebenfalls zwei Maxima. Diese waren jedoch ungefähr gleich hoch (ca. 2 %) und beide eher breit. Das erste Maximum war bei ca. 56 bis 60 dB und das zweite um ca. 88 dB zu erkennen. Die Pegel verteilten sich hier mehr als bei Musikverein 1. Aber auch hier war ein Einschnitt bei den Pegeln um ca. 76 dB zu sehen. Hier kamen mehr geringere Pegel vor als bei Musikverein 1 (s. Abb. 26).



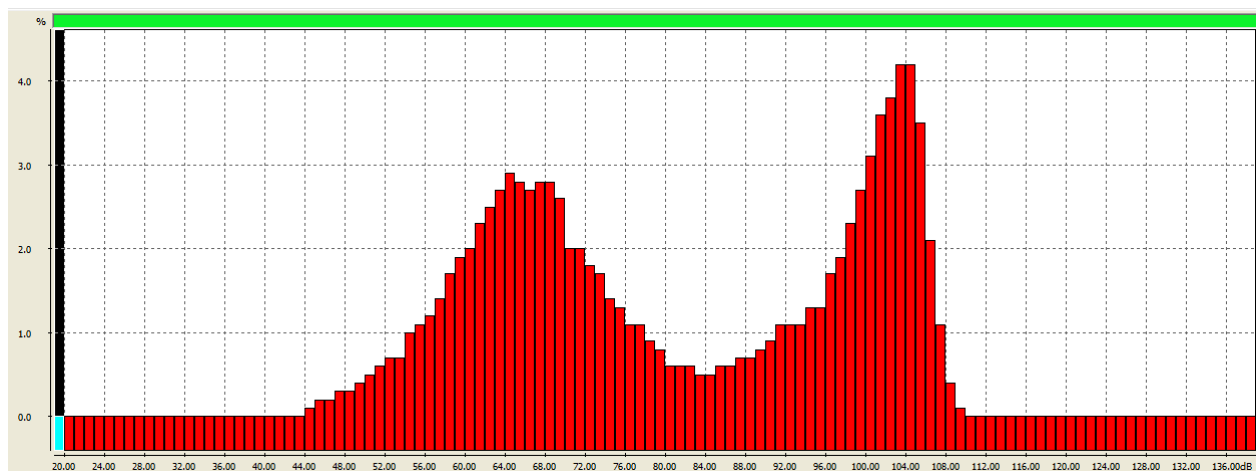
**Abbildung 27:  $L_{eq}$ -Histogramm MV 3**

Beim Musikverein 3 zeigte das  $L_{eq}$ -Histogramm bei geringeren Pegeln ähnlich wie bei Musikverein 1 ein flaches, breites Maximum von ca. 1,3 % bei den Pegeln zwischen ca. 52 und 72 dB und ein schmales, spitz zulaufendes Maximum von ca. 4,5 % bei 96 dB. Das bedeutete wiederum, dass laute Pegel um 96 dB den Hauptanteil bildeten (s. Abb. 27).



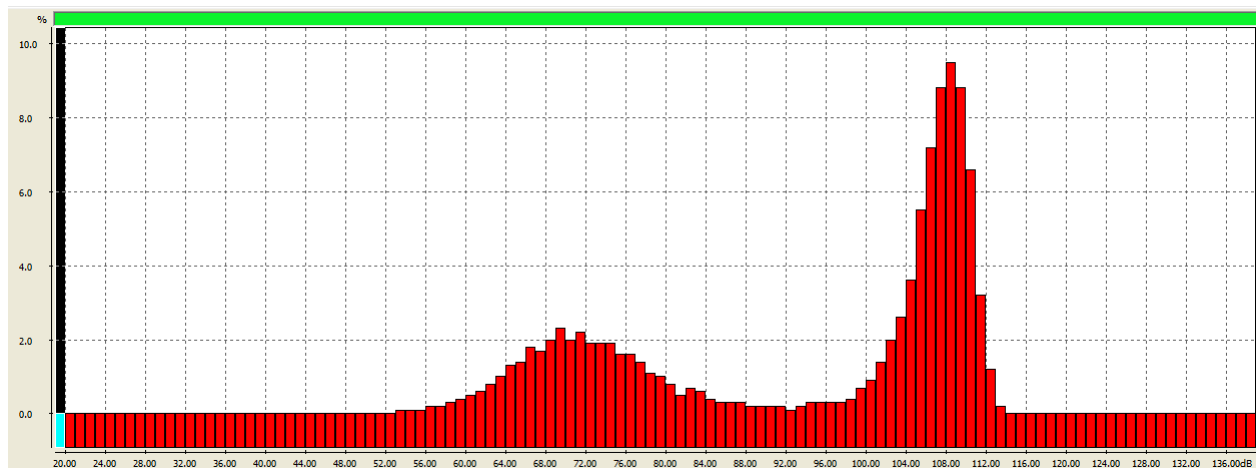
**Abbildung 28:  $L_{eq}$ -Histogramm FZ 1**

Das  $L_{eq}$ -Histogramm des Fanfarenzugs 1 zeigte, ähnlich wie bei Musikverein 1 und 3, ein breites Maximum von 2 % zwischen 48 und 60 dB und ein schmales, sehr spitzes Maximum von fast 6 % bei 100 dB. Hier zeigte sich ebenfalls ein Übermaß an lauten Pegeln um 100 dB (s. Abb. 28).



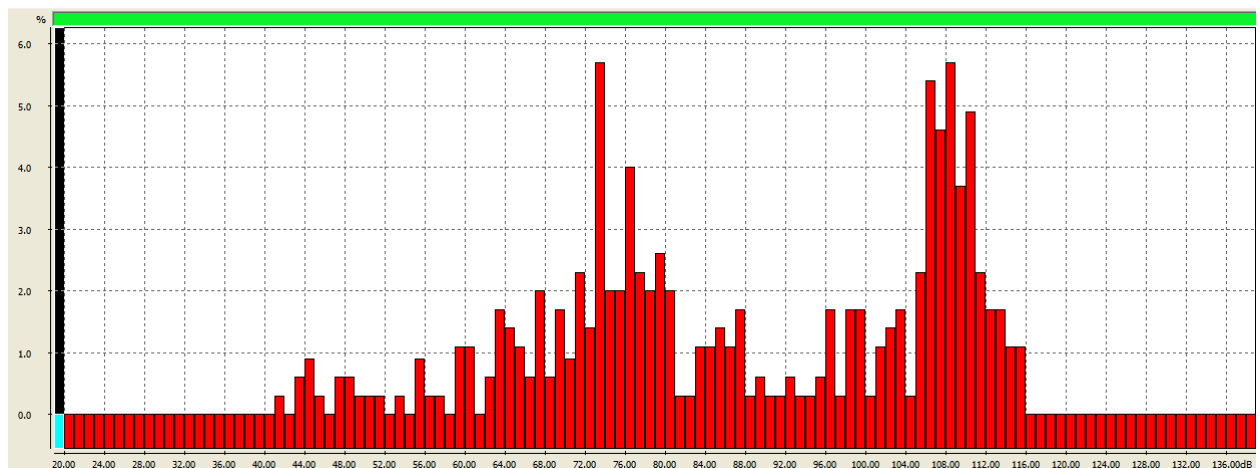
**Abbildung 29:  $L_{eq}$ -Histogramm FZ 2**

Beim Fanfarenzug 2 zeigten sich ebenfalls zwei höhere Maxima, eines von fast 3 % um 64 bis 68 dB und eines von knapp über 4 % bei 104 dB. Das Maximum der geringeren Pegel war jedoch etwas spitzer und höher. Das bedeutete, dass hier auch vermehrt leisere Pegel vorkamen (s. Abb. 29).



**Abbildung 30:  $L_{eq}$ -Histogramm GM**

Bei dem Guggenmusik-Verein zeichnete sich ein breiteres Maximum von ca. 2 % bei ca. 68 bis 72 dB und ein schmales Maximum von fast 10 % bei 108 dB ab. Wie schon bei den anderen Analysen gesehen zeichnete sich auch hier wieder ein Übermaß an hohen Pegeln ab (Anteil der Pegel um ca. 108 dB von fast 10 %) (s. Abb. 30).



**Abbildung 31:  $L_{eq}$ -Histogramm Trommelsolo FZ 2**

Das Trommelsolo zeigte natürlich aufgrund der sehr kurzen Aufzeichnungszeit keine schöne, glatte Kurve. Zu erraten waren jedoch auch hier zwei Maxima, eines um ca. 72 dB mit fast 6 % und ein weiteres mit fast 6 % um ca. 110 dB. Obwohl nur eine Trommel mit Becken bei der Aufnahme spielte lag ein Hauptteil bei hohen Pegeln um 110 dB (s. Abb. 31).

#### 4.4.2 Tages-Lärmexpositionspegel

**Tabelle 5: Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX\ 8h}$**

	$L_{eq}$	Probedauer	$L_{EX\ 8h}$
<b>MV 1</b>	98 dB	75 Min.	90 dB
<b>MV 2</b>	90 dB	99 Min.	83 dB
<b>MV 3</b>	95 dB	74 Min.	87 dB
<b>FZ 1</b>	98 dB	72 Min.	90 dB
<b>FZ 2</b>	99 dB	71 Min.	91 dB
<b>GM</b>	106 dB	29 Min.	94 dB

Tabelle 5 zeigt noch einmal in der linken Spalte die  $L_{eq}$ s der einzelnen Vereine. In der mittleren Spalte ist jeweils die Probedauer aufgeführt und in der rechten Spalte als Ergebnis der berechnete Tageslärmexpositionspegel  $L_{EX\ 8h}$ .

Man erkannte auf den ersten Blick, dass allein durch die jeweilige Musikprobe der  $L_{EX\ 8h}$  bei Musikverein 2 zwischen 80 und 85 dB lag (Überschreitung des unteren Auslösewertes der LärmVibrations ArbSchV von 80 dB) und bei den restlichen Vereinen sogar bei über 85 dB (Überschreitung des oberen Auslösewertes von 85 dB). Auch hier zeigte sich der größte Wert mit 94 dB bei dem Guggenmusik-Verein, obwohl die Gesamtprobe nur 29 Min. dauerte!

Würde es sich hier um einen Arbeitsplatz handeln, dann müsste der Arbeitgeber nach der LärmVibrationsArbSchV bei Musikverein 2 Gehörschutz anbieten. Gehörschutz müsste hier also für die Mitarbeiter/innen zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren wäre hier für eine Unterweisung zu sorgen.

Bei den restlichen Vereinen müsste der Arbeitgeber sogar dafür Sorge tragen, dass ein passender Gehörschutz auf jeden Fall getragen wird. Die Lärmbereiche müssten gekennzeichnet werden und Unterweisungen müssten evtl. auch durch einen Arzt stattfinden.

## 4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Tabelle 6: zusammengefasste Ergebnisse der Schallanalyse

	Dritteloktavbänder	Wavelet	Impulse	Peak	Maximum	Minimum	Leq	Leq-Histogramm	LEX 8h
<b>MV 1</b>	tiefen- bis mittenbetont, kleines Maximum mit ca. 91 dB bei 1,3 kHz	lauteste Pegel bis ca. 100 dB zwischen 50 Hz und 2 kHz	per Definition keine festzustellen	123 dB	111 dB	49 dB	98 dB	breites Maximum mit 2 % bei 60 bis 64 dB und ein schmales, spitzes mit 5 % bei 100 dB	90 dB
<b>MV 2</b>	deutlich mittenbetont, Maximum mit ca. 86 dB bei 1,2 kHz	lauteste Pegel bis ca. 110 dB zwischen 100 Hz und 7 kHz	per Definition keine festzustellen	117 dB	107 dB	48 dB	90 dB	zwei breite Maxima, eines mit 2 % bei 56 bis 60 dB und eines mit über 2 % um 88 dB	83 dB
<b>MV 3</b>	tiefen- bis mittenbetont, kleines Maximum mit ca. 89 dB bei 1,2 kHz	lauteste Pegel bis ca. 105 dB zwischen 100 Hz und 3 kHz	per Definition keine festzustellen	122 dB	110 dB	50 dB	95 dB	breites Maximum mit 1,3 % bei 52 bis 72 dB und ein schmales, spitzes mit 4,5 % um 96 dB	87 dB
<b>FZ 1</b>	ungleichmäßigere, breitbandigere Verteilung, deutliches Maximum mit ca. 99 dB bei 50 Hz	lauteste Pegel bis ca. 110 dB zwischen 40 Hz und 10 kHz	per Definition keine festzustellen	125 dB	111 dB	42 dB	98 dB	breites Maximum mit 2 % bei 48 bis 60 dB und ein sehr schmales, spitzes mit 5,8 % bei 100 dB	90 dB
<b>FZ 2</b>	ungleichmäßige Verteilung mit Tiefen- bis Mittenbetonung, deutliches Maximum mit ca. 102 dB bei 80 Hz	lauteste Pegel bis ca. 110 dB zwischen 50 Hz und 10 kHz	per Definition keine festzustellen	130 dB	113 dB	52 dB	99 dB	etwas breites Maximum mit 2,9 % bei 64 bis 68 dB und ein schmales, spitzes mit 4,2 % bei 104 dB	91 dB
<b>GM</b>	sehr breitbandige Verteilung, kleines Maximum mit ca. 104 dB bei 65 Hz	lauteste Pegel bis ca. 110 dB zwischen 40 Hz und über 10 kHz	per Definition keine festzustellen	136 dB	115 dB	64 dB	106 dB	breites Maximum mit 2 % bei 68 bis 72 dB und ein sehr schmales, spitzes mit 9,5 % bei 108 dB	94 dB

## 5 Diskussion

Wie in der Einleitung schon erwähnt, beschrieb eine Studie (Sindermann 2009) Ohrgeräusche als ein Zeichen der Überlastung des Hörorgans. Diese Zeichen gaben einige Musiker/innen auch im Fragebogen dieser Thesis an.

Eine weitere Studie (Obeling und Poulsen 1999) ermittelte Pegel von mehr als 95 dB(A) unter den Blechbläsern. Die höchsten Pegel wurden unter den Trompetern gemessen. Dabei war ein  $L_{eq\ 8h}$  von 93 bis 98 dB nicht ungewöhnlich. Auch in dieser Studie wies der Guggenmusik-Verein mit einem  $L_{EX\ 8h}$  von 94 dB einen Wert in dieser Höhe auf. Die anderen Vereine lagen jedoch darunter.

Das gleiche Ergebnis zeigte sich in einer weiteren Studie (Schmidt et al. 2011), nämlich dass der empfohlene  $L_{eq\ 8h}$  von 85 dB überschritten wurde. Dies bezog sich jedoch auf ein klassisches Orchester.

Babisch et al. zeigten, dass es aber auch auf die persönliche Einstellung zu der Lärmsituation ankommt und dass diese das Ausmaß der Gehörgefährdung beeinflussen kann (Babisch et al. 1996). Die Einstellungen der Musiker/innen der hier untersuchten Freizeitmusikvereine wurden durch den Fragebogen aufgezeigt und ergaben nicht immer eine positive Einstellung.

In verschiedenen Studien wurde bereits im Durchschnitt kein signifikanter Hörverlust bei Berufsorchestermusikern nachgewiesen (Obeling und Poulsen 1999; Royster et al. 1991; Babisch 2000). Dieses Ergebnis zeigte sich auch in dieser Arbeit. Allerdings war eine sinnvolle Signifikanzprüfung aufgrund der zu geringen Anzahl an Hörtests hier nicht möglich gewesen.

In dieser Studie wurde aufgrund der vorhandenen Messgeräte bei den Hörtests nur eine Art Screening durchgeführt. Aufschlussreicher und aussagekräftiger wären sicherlich auch eine Hochtonaudiometrie, die Messung der KL, UCL und ein Sprachtest mit Störgeräusch, so wie zusätzliche objektive Tests wie otoakustische Emissionen (OAE) gewesen. Diese Messungen waren durch das begrenzte Equipment leider nicht möglich.

Bei der Audiometrie waren die Messbedingungen nicht immer optimal, da keine Mess-/Audiometriekabinen zur Verfügung standen, sondern nur die durch die Vereine zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten. Es wurde jedoch darauf geachtet, dass ~ 40 dB



Störlärm durch Nebengeräusche nicht überschritten wurden. Bei Überschreitung wurden die Messungen kurzzeitig unterbrochen.

Die Aufnahmen mit dem Kunstkopfmesssystem sollten die natürliche Probesituation jedes Vereins wiedergeben, sodass keinerlei Einschreitungen oder Unterbrechungen getätigt wurden.

Interessant war es zu sehen, in welchen unterschiedlichen Räumen die Vereine ihre Proben abhielten. So waren sowohl sehr kleine Räume, teilweise mit Vorhang zur Dämmung, als auch eine große hallige Industrielagerhalle vertreten. Dies zeigte die doch sehr unterschiedlichen Probesituationen von Freizeitmusikvereinen im Vergleich zu professionellen Orchestern.

Durch die Aufstellung der Messgeräte und der geringen Anzahl der Geräte konnte bei der Auswertung der Kunstkopf- und Dosimeter-Ergebnisse nicht unterschieden werden, welchen Pegeln die einzelnen Musiker/innen ausgesetzt waren. Es konnte also keine Aussage darüber getroffen werden, wie die Lautstärke auf den unterschiedlichen Plätzen variierte bzw. ebenfalls nicht, was bei den einzelnen Musikerinnen und Musikern in situ direkt am Trommelfell ankam. Es sollte nur eine durchschnittliche Lautstärke, stellvertretend aus der Sicht des Dirigenten aufgezeigt werden.

## 6 Schlussfolgerung

In dieser Bachelorthesis zeigte sich, dass bei einem der 6 untersuchten Vereine Gehörschutz empfohlen werden sollte, den Musikerinnen und Musikern der anderen 5 Vereine sollte dringend nahegelegt werden, Gehörschutz zu tragen. Vor allem auch vor dem Hintergrund, dass viele der Probanden noch in weiteren Vereinen musizierten und evtl. auch noch an einem Lärmarbeitsplatz arbeiteten, sodass die oben beschriebenen und empfohlenen Ruhepausen nicht ausreichend eingehalten wurden.

Während der Studie wurde festgestellt, dass die wenigsten Musiker/innen sich über die lauten Pegel, denen sie sich während der Proben aussetzten, und deren Gefahren bewusst waren. Wie sich hier herausstellte, waren diese lauten Pegel nicht nur in klassischen (Berufs-) Orchestern vorhanden, sondern auch in den untersuchten Freizeitmusikvereinen.

Den wenigsten Musikerinnen und Musikern war bekannt, dass es speziellen und individuellen Gehörschutz für Musiker/innen gibt, mit dem sie ihr Gehör schützen können, ohne Verzerrungen, Klangprobleme und Einschränkungen beim Musizieren zu haben.

Es bestand also in dieser Hinsicht Aufklärungsbedarf z.B. seitens der Akustiker bei den Musikvereinen. Denn das Interesse und die Neugier wurde während der Studie von vielen signalisiert.

## 7 Ausblick

In dieser Studie wurde die Audiometrie eher als Screening durchgeführt. Hier könnten noch mehr Musiker gemessen werden und das auch mit ausführlicheren Tests.

Mit einer größeren Probandenanzahl wären auch bessere statistische Auswertungen und eine Signifikanzprüfung sinnvoll bzw. erst möglich gewesen.

Interessant wären in diesem Zusammenhang die Hochtonaudiometrie, die KL, die UCL. Des Weiteren wären die Ergebnisse eines Sprachtests mit Störlärm, wie z.B. dem Oldenburger Satztest (OlSa) interessant.

Generell würde sich die Messung bei mehreren Guggenmusik-Vereinen anbieten, da sich dort die höchsten Schalldruckpegel zeigten.

Durch ein größeres und besseres Equipment (z.B. mehr Dosimeter) wären in situ-Messungen möglich, um zu sehen, welche Schalldrücke wirklich bei den einzelnen Musikern direkt am Trommelfell ankommen.

Interessant wäre auch anknüpfend an diese Studie, wie sich die Schalldrücke in situ mit und ohne Gehörschutz verändern und wie die Musiker/innen mit diesem zurecht kämen.

---

## Danksagung

Wir möchten uns hiermit bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Bachelorarbeit beigetragen haben, sowohl in fachlicher als auch in persönlicher Hinsicht.

Speziell gilt unser Dank:

- unserer Professorin, Erstbetreuerin und Erstkorrektorin Frau Prof. Dr. med. Limberger
- unserem Zweitbetreuer und Zweitkorrektor Bernhard Buschle, der uns u.a. bei anfänglichen Fragen und mit dem Equipment unterstützt hat
- den wissenschaftlichen Mitarbeitern der Hochschule Bernhard Buschle, Philipp Heller und Benjamin Lanzinger, die uns bei der Wahl des Themas und bei der Messtechnik unterstützt haben
- der Hochschule Aalen, die uns den Kunstkopf und das Dosimeter für unsere Studie zur Verfügung stellte
- der Firma Mack Medizintechnik GmbH, Pfaffenhofen/Ilm und Reinhard Pastätter, die uns zwei Audiometer für unsere Messungen zur Verfügung stellten
- allen Vereinen, die an dieser Studie teilgenommen und vieles organisiert haben, uns ihre Räumlichkeiten zur Verfügung stellten, uns während der Probe unsere Messungen aufzeichnen ließen und uns für unsere Audiometrien und Fragebögen zur Verfügung standen
- unseren Eltern, die uns dieses Studium überhaupt erst ermöglicht und uns in jeglicher Form unterstützt haben
- unserer gesamten Familie und unseren Freunden, die uns ein starker Rückhalt während des gesamten Studiums waren und uns Kraft gaben
- allen, die wir jetzt noch vergessen haben

---

## Literaturverzeichnis

Axelsson, A.; Lindgren, F. (1981): Hearing in Classical Musicians. In: Acta Oto-Laryngologica. Supplement. 377, S. 3–74.

Babisch, W. (2000): Schallpegel in Diskotheken und bei Musikveranstaltungen. Teil 1: Gesundheitliche Aspekte. In: WaBoLu-Hefte, S. 1–76, zuletzt geprüft am 29.10.2013.

Babisch, W.; Bambach, G.; Ising, H.; Kruppa, B.; Plath, P.; Rebentisch, E.; Struwe, F. (1996): Gehörgefährdung durch laute Musik und Freizeitlärm. In: WaBoLu-Hefte (5).

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (06.03.2007): Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen. LärmVibrationsArbSchV.

egger Otoplastik + Labortechnik GmbH, Kempten: Technische Daten ePro-ER. Stand: 11/2012. Online verfügbar unter <http://egger-labor.de/enplace/1101/pdf/de/796734.pdf>.

egger Otoplastik + Labortechnik GmbH, Kempten: Produktübersicht Gehörschutz. Standardgehörschutz. Stand: 07/2012.

Emmerich, E.; Rudel, L.; Richter, F. (2008): Is the Audiologic Status of Professional Musicians a Reflection of the Noise Exposure in Classical Orchestral Music? In: European Archives of Oto-Rhino-Laryngology 265 (7), S. 753–758. DOI: 10.1007/s00405-007-0538-z.

Head acoustics GmbH, Herzogenrath (2011): Application Note 1/n-Oktavanalyse – FFT – Wavelet, S. 1-11.

Hoffmann, E. (1997): Hörfähigkeit und Hörschäden junger Erwachsener. [unter Berücksichtigung der Lärmbelastung]. Heidelberg: Median-Verl. (MV-Fachbücher).

Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER): Lärmrechner. Online verfügbar unter <http://www.institut-aser.de/out.php?idart=273&searchTerm=L%E4rm>.

Jansing, P.-J.: Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit. Zeitschrift für betrieblichen Gesundheitsschutz und Betriebssicherheit. In: Praktische Arbeitsmedizin 2006 (6), S. 6–11, zuletzt geprüft am 24.10.2013.

Lamm, K.; Michaelis, C.; Deingruber, K.; Scheler, R.; Steinhoff, H.-J.; Gröber, I. et al. (2004): Innenohrschäden durch Freizeitlärm und Breitbandrauschen. Eine experimentelle Studie zu initialen und permanenten funktionellen und morphologischen Schäden. In: HNO 52 (4), S. 301–310. DOI: 10.1007/s00106-003-1042-4.

Marks, S. (1999): Es ist zu laut! Ein Sachbuch über Lärm und Stille. Orig.-Ausg. Frankfurt am Main: Fischer-Taschenbuch-Verl. (Fischer, 13993). Online verfügbar unter <http://www.worldcat.org/oclc/264307446>.

McBride, D.; Gill, F.; Proops, D.; Harrington, M.; Gardiner, K.; Attwell, C. (1992): Noise and the Classical Musician. In: British Medical Journal (6868), S. 1561–1563.

McIlvaine, D.; Stewart, M.; Anderson, R. (2012): Noise Exposure Levels for Musicians during Rehearsal and Performance Times. In: Medical Problems of performing artists 27 (1), S. 31–36, zuletzt geprüft am 08.10.2013.

Obeling, L.; Poulsen, T. (1999): Hearing Ability in Danish Symphony Orchestra Musicians. In: Noise & Health 1 (2), S. 43–49, zuletzt geprüft am 08.10.2013.

Plath, P. (1994): Schwerhörigkeit durch Freizeitlärm. In: HNO 42, S. 483–487.

Pree-Candido, M.; Körpert, K.: Lärmbelastung und Lärmschutz bei MusikerInnen. Probleme-Möglichkeiten-Neue Erfahrungen. Report 29. Online verfügbar unter [http://www.sozialversicherung.at/mediaDB/MMDB119464\\_R29.pdf](http://www.sozialversicherung.at/mediaDB/MMDB119464_R29.pdf), zuletzt geprüft am 08.10.2013.

Richter, B.; Zander, M.; Spahn, C. (2007): Gehörschutz im Orchester. Bochum, Freiburg: Projektverl (Freiburger Beiträge zur Musikermedizin, Bd. 4).

Royster, J. D.; Royster, L. H.; Killion, M. C. (1991): Sound Exposures and Hearing Thresholds of Symphony Orchestra Musicians. In: Journal of the Acoustical Society of America 89 (6), S. 2793–2803.

Schmidt, J. H.; Pedersen, E. R.; Juhl, P. M.; Christensen-Dalsgaard, J.; Andersen, T. D.; Poulsen, T.; Baelum, J. (2011): Sound Exposure of Symphony Orchestra Musicians. In: Annals of Occupational Hygiene 55 (8), S. 893–905. DOI: 10.1093/annhyg/mer055.

Sindermann (2009): Hörschäden bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 13 bis 16 Jahren (7. - 10. Kl.). Unter Mitarbeit von Studentisches Forschungsprojekt. Hg. v. Hochschule Mittweida, zuletzt geprüft am 24.10.2013.

Waldner, A. (2004): Schädigung der Hörfunktion durch Freizeitaktivitäten unter besonderer Berücksichtigung der Musik-Hörgewohnheiten von Jugendlichen. Eine Literaturarbeit. Dissertation. Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf. Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin.

Wikipedia (Hg.) (2013): Körpergröße. Online verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=123877557>, zuletzt aktualisiert am 28.10.2013, zuletzt geprüft am 29.10.2013.

Zenner, H.-P. (1999): Schwerhörigkeit durch Freizeitlärm. In: Deutsches Ärzteblatt (16). Online verfügbar unter <https://www.aerzteblatt.de/pdf/96/16/a1052-3.pdf>, zuletzt geprüft am 08.10.2013.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wie viele Stunden proben Sie durchschnittlich pro Woche insgesamt (mit all Ihren Vereinen)? .....	22
Abbildung 2: Kennen Sie den Grenzwert für Lärm am Arbeitsplatz? .....	23
Abbildung 3: Was glauben Sie, wie laut die Gruppe maximal spielt? .....	23
Abbildung 4: Wie empfinden Sie die durchschnittliche Lautstärke in Ihrer Musikgruppe? .....	24
Abbildung 5: Gibt es manchmal Momente in Ihrer Musikgruppe, in denen Ihnen die Lautstärke unangenehm ist? .....	25
Abbildung 6: Hatten Sie schon einmal oder mehrmals nach lauten Situationen in Ihrer Musikgruppe Ohrenpfeifen und/oder ein dumpfes Gefühl/dumpfes Hören? .....	26
Abbildung 7: In wie vielen weiteren Musikgruppen spielen Sie zusätzlich? .....	29
Abbildung 8: Lärmarbeitsplatz - Tragen Sie dort schon immer in den vorgeschriebenen Zonen Gehörschutz? .....	30
Abbildung 9: Durchschnittsaudiogramm der getesteten Musiker/innen mit jeweiliger Standardabweichung .....	31
Abbildung 10: Boxplot-Darstellung der Audiogramme .....	32
Abbildung 11: Dritteloktavbänder MV 1 .....	33
Abbildung 12: Dritteloktavbänder MV 2 .....	34
Abbildung 13: Dritteloktavbänder MV 3 .....	35
Abbildung 14: Dritteloktavbänder FZ 1 .....	36
Abbildung 15: Dritteloktavbänder FZ 2 .....	37
Abbildung 16: Dritteloktavbänder GM .....	38
Abbildung 17: Dritteloktavbänder Trommelsolo FZ 2 .....	39
Abbildung 18: Wavelet MV 1 .....	40
Abbildung 19: Wavelet MV 2 .....	41
Abbildung 20: Wavelet MV 3 .....	42
Abbildung 21: Wavelet FZ 1 .....	43
Abbildung 22: Wavelet FZ 2 .....	44
Abbildung 23: Wavelet GM .....	45
Abbildung 24: Wavelet Trommelsolo (Musiker FZ 2) .....	46
Abbildung 25: $L_{eq}$ -Histogramm MV 1 .....	49
Abbildung 26: $L_{eq}$ -Histogramm MV 2 .....	50
Abbildung 27: $L_{eq}$ -Histogramm MV 3 .....	50
Abbildung 28: $L_{eq}$ -Histogramm FZ 1 .....	51
Abbildung 29: $L_{eq}$ -Histogramm FZ 2 .....	51
Abbildung 30: $L_{eq}$ -Histogramm GM .....	52
Abbildung 31: $L_{eq}$ -Histogramm Trommelsolo FZ 2 .....	52



---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschlechterverteilung der einzelnen Vereine .....	12
Tabelle 2: Korrekturwerte der DIN EN ISO 7029 .....	20
Tabelle 3: Situationen unangenehmer Lautstärke (n=104, Mehrfachnennungen) ....	25
Tabelle 4: Dosimeterwerte .....	48
Tabelle 5: Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX\ 8h}$ .....	53
Tabelle 6: zusammengefasste Ergebnisse der Schallanalyse .....	54

## **Anhang**

# 1 Einverständniserklärung



## *Einverständniserklärung zur Studie*

### Schallanalyse von Freizeitmusik und deren eventuelle Auswirkungen auf das Hörorgan



**Tragen Sie bitte zuerst in unten stehendes Feld Ihre Studien-ID ein!**

Diese setzt sich folgendermaßen zusammen:

Nameskürzel gefolgt vom Geburtsdatum (ohne Punkte und Leerzeichen)

**Bsp.:** Name: Max Mustermann

Geburtsdatum: 01.02.1990

→ Studien-ID: **MM01021990**

Ihre Studien-  
ID:

Ich bin darüber unterrichtet worden, dass die im Rahmen der Studie erfassten persönliche Daten, anstatt des Namens, mit einer anonymen Kennziffer versehen, gespeichert und weiter verarbeitet werden.

Mir ist bekannt, dass die Teilnahme an dieser Studie freiwillig ist und ich auch zu einem späteren Zeitpunkt ohne Angabe von Gründen meine Zustimmung widerrufen kann.

Ich hatte die Gelegenheit und ausreichend Zeit, Fragen zu stellen und meine Fragen sind zufriedenstellend beantwortet worden.

Ich habe jederzeit das Recht, die Ergebnisse der Studie einzusehen.

Ich stimme der Weitergabe der anonymisierten Daten an Dritte zu

Ich erkläre hiermit meine freiwillige Teilnahme an der Studie

\_\_\_\_\_, Datum

**X**

\_\_\_\_\_

## 2 Fragebogen



### Fragebogen zur Studie

## Schallanalyse von Freizeitmusik und deren eventuelle Auswirkungen auf das Hörorgan

Bitte füllen Sie unten stehende Fragen vollständig aus:

freien Text eintragen

☒ richtige Antwort ankreuzen



**Tragen Sie bitte zuerst in unten stehendes Feld Ihre Studien-ID ein!**

Diese setzt sich folgendermaßen zusammen:

Namenskürzel gefolgt vom Geburtsdatum (ohne Punkte und Leerzeichen)

**Bsp.:** Name: Max Mustermann

Geburtsdatum: 01.02.1990

→ **Studien-ID:** **MM01021990**

Ihre Studien-ID:

1. Geschlecht?

☐ männlich

☐ weiblich

2. Wie alt sind Sie?

3. In welchen Musikgruppen spielen Sie?

4. Welches Instrument spielen Sie dort hauptsächlich und welche anderen Instrumente spielen Sie noch (regelmäßig)?

5. Seit wie vielen Jahren machen Sie allgemein schon Musik?

6. Seit wie vielen Jahren spielen Sie in dieser Musikgruppe?

7. Wie viele Stunden proben Sie durchschnittlich pro Woche insgesamt (mit all Ihren Musikgruppen)?

8. Haben Sie gesundheitliche Probleme?

☐ nein

☐ Ohrgeräusche/Tinnitus

☐ Schwindel

☐ Diabetes

☐ Bluthochdruck

☐ sonstige: \_\_\_\_\_

9. Nehmen Sie Medikamente ein?

☐ nein

☐ Chemotherapeutika

☐ Antibiotika (z.B. Aminoglykoside, Gentamicin)

☐ Tuberkulostatika (Tuberkulosemedikamente)

☐ Chinin (Malariaprophylaxe)

☐ Diuretika (Entwässerungsmittel)

☐ Antidiabetika (Diabetesmedikamente)

☐ Bluthochdruckmedikamente

☐ regelmäßig Aspirin®, wie oft?: \_\_\_\_\_

☐ sonstige: \_\_\_\_\_

10. Wie schätzen Sie selbst ihr eigenes Gehör ein?

☐ gut (weiter mit Frage 12)

☐ schlecht, seit: \_\_\_\_\_ Jahren

☐ mittelmäßig

11. Welchen Grund sehen Sie für Ihr mäßiges bzw. schlechtes Gehör?

12. Sind Sie beruflich häufig Lärm ausgesetzt?

☐ nein (weiter mit Frage 14)

☐ ja, ca. \_\_\_\_\_ Stunden pro Woche

13. Tragen Sie dort schon immer in den vorgeschriebenen Zonen Gehörschutz?

☐ nein, noch nie

☐ ja, gelegentlich

☐ nein, erst seit \_\_\_\_\_ Jahren

☐ ja, regelmäßig

14. Kennen Sie den Grenzwert für Lärm am Arbeitsplatz?

☐ nein, Schätzwert: \_\_\_\_\_ Dezibel

☐ ja, \_\_\_\_\_ Dezibel

15. Wie empfinden Sie die durchschnittliche Lautstärke in Ihrer Musikgruppe?

☐ angenehm

☐ laut

☐ sehr laut

☐ unangenehm

16. Für wie lärmempfindlich halten Sie sich?  
☐ gar nicht                      ☐ kaum                      ☐ sehr
17. Gibt es manchmal Momente in Ihrer Musikgruppe, in denen Ihnen die Lautstärke unangenehm ist?  
☐ nein (weiter mit Frage 19)                      ☐ ja, gelegentlich                      ☐ ja, oft
18. In welchen Situationen ist Ihnen die Lautstärke unangenehm?
19. Was glauben Sie, wie laut die Gruppe maximal spielt?  
\_\_\_\_\_ Dezibel
20. Hatten Sie schon einmal oder mehrmals nach lauten Schallereignissen Ohrenpfeifen und/oder ein dumpfes Gefühl/dumpfes Hören?  
☐ nein, noch nie  
☐ ja, einmal. Situation: \_\_\_\_\_  
☐ ja, mehrmals. Situationen: \_\_\_\_\_
21. Haben Sie Schwierigkeiten vor Hintergrundgeräuschen zu verstehen?  
☐ nein                      ☐ ja, gelegentlich                      ☐ ja, oft
22. Machen Sie sich Sorgen um Ihr Gehör?  
☐ nein                      ☐ ja, gelegentlich                      ☐ ja, oft
23. Empfinden Sie ein Instrument als besonders laut oder unangenehm?  
☐ nein  
☐ ja, als besonders laut empfinde ich: \_\_\_\_\_  
☐ ja, als unangenehm empfinde ich: \_\_\_\_\_
24. Tragen Sie beim Musizieren Gehörschutz?  
☐ nein, nie                      ☐ ja, gelegentlich                      ☐ ja, fast immer  
(weiter mit Frage 26)
25. Warum tragen Sie keinen Gehörschutz oder warum nur gelegentlich?  
(Mehrfachnennungen möglich)  
☐ Ich habe mir noch keine Gedanken zu Gehörschutz gemacht.  
☐ Ich halte es für unnötig.  
☐ Ich befürchte dadurch nicht alles zu verstehen und mitzubekommen.  
☐ Ich befürchte, dass mit Gehörschutz alles verzerrt klingt.  
☐ Ich empfinde Gehörschutz als unangenehm und störend.  
☐ Sonstiges: \_\_\_\_\_
26. Wurde das Thema Gehörschutz schon einmal in (einer) Ihrer Musikgruppe(n) thematisiert?  
☐ nein                      ☐ ja

27. Haben Sie sich selbst schon einmal mit Gehörschutz auseinandergesetzt?

☐ nein ☐ ja, weil: \_\_\_\_\_

28. Welche Arten von Gehörschutz kennen Sie?

29. Haben oder hatten Sie laute Freizeitbeschäftigungen (regelmäßig mehr als 1x pro Woche und ohne Gehörschutz)?

☐ nein

☐ Discobesuche

☐ Motorrad/Moped fahren

☐ Musik laut hören

☐ Schießsport

☐ Heimwerken (Maschinen)

☐ sonstige: \_\_\_\_\_

---

**Ich habe die Einverständniserklärung gelesen und erkläre mich durch Abgabe dieses Fragebogens mit dieser einverstanden.**

---

**Vielen Dank für Ihre Unterstützung!**

Bei Fragen oder Anregungen können Sie sich gerne jederzeit unter folgender E-Mail-Adresse an uns wenden:

thomas.fichte@gmx.de

JLamparth@gmx.de

### 3 Informationen "Musikgehörschutz"

#### 1. Was ist ein "Musikgehörschutz"?

Ein "Musikgehörschutz" ist ein individuell angefertigter, weicher Gehörschutz mit natürlichem Klang durch spezielle Filter.

Diese Filter gibt es in unterschiedlicher Dämpfungsstärke und können ausgetauscht werden.

#### 2. Wie sieht so ein Gehörschutz aus?



Quelle Bild: egger

#### 3. Was bedeutet „individuell“?

Individueller Gehörschutz wird nach einem individuellen Ohrabdruck gefertigt, den der Hörakustiker abnimmt.

#### 4. Welche Vorteile bietet er mir?

Durch die Individualität passt der Gehörschutz nur in das eigene Ohr und dichtet somit den Gehörgang perfekt ab, sodass der Schall wirklich nur durch die Filter kommt. Die Filter bieten eine natürliche Klangwiedergabe.



## 5. Wieso kann ich keinen Standardgehörschutz verwenden?

Zum Schutz vor z.B. zu lauter Musik **kann** man auch Standardgehörschutz verwenden, dieser dämpft aber unterschiedliche Frequenzen unterschiedlich stark.

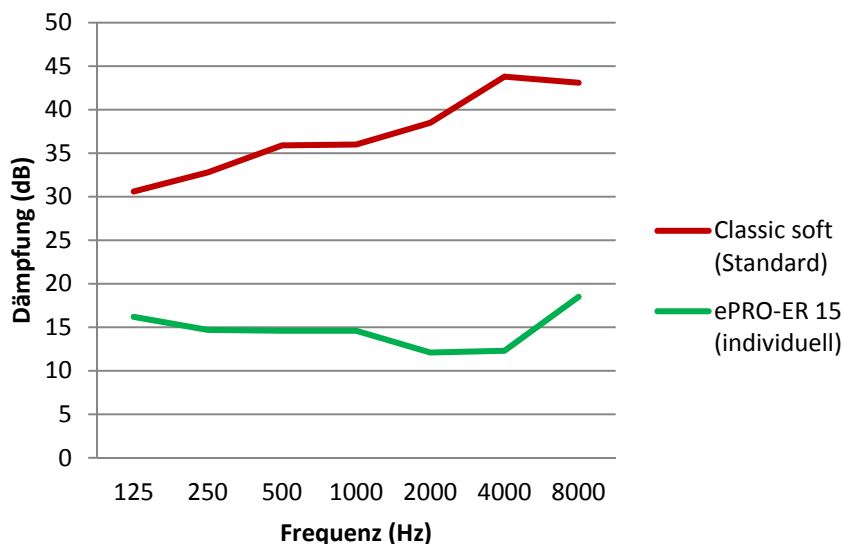


Bsp. Standardgehörschutz:

Quelle Bild: egger

## 6. Was bedeutet "unterschiedlich starke Dämpfung"?

Folgendes Diagramm zeigt den Dämpfungsunterschied zwischen Standardgehörschutz (rot) und Musikergehörschutz (grün):



Quelle Werte: egger

Standardgehörschutz zeigt eine viel stärkere Dämpfung der hohen Töne als der tiefen (Unterschied ca. 15 dB), was zu einer Verzerrung des Klangs führt.

Beim individuellen Gehörschutz ist die Dämpfung über alle Frequenzen (fast) gleich, was ein natürlicheres und verzerrungsfreieres Hören ermöglicht (Unterschied ca. 3 dB). Der Klang der Musik ist somit ziemlich der gleiche, wie ohne Gehörschutz. Es ist alles nur wie erwünscht etwas leiser.

Des Weiteren ist zu erkennen, dass der Standardgehörschutz eine sehr starke Dämpfung von 30 dB im Tieftonbereich bis zu 45 dB im Hochtonbereich erreicht, was für das Musizieren viel zu stark ist.

Der individuelle Gehörschutz hat eine (gleichmäßige) Dämpfung von 15 dB mit dem Filter 15.

### **7. Wo bekomme ich so einen Gehörschutz?**

Bei einem Hörakustikfachgeschäft.

### **8. Wie läuft ein Besuch in einem Hörakustikfachgeschäft normalerweise ab?**

Nach einer Beratung und Bedarfsanalyse nimmt der Hörakustiker einen Ohrabdruck und schickt diesen an den Hersteller. Nach ca. 1 Woche ist der individuelle Gehörschutz angefertigt und zurück beim Hörakustiker.

Bei einem zweiten Termin erhalten Sie diesen und werden in Handhabung und Pflege unterwiesen.

### **9. Was kostet mich das?**

Das Paar individueller Musikgehörschutz kostet ca. 140 €.

## **4    Daten CD**